VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA, N:o 140
PUBLICATIONS OF THE FINNISH STATE AGRICULTURAL RESEARCH BOARD, No. 140

KEVÄTVEHNÄN KAHUTÄHKÄISYYDESTÄ SEKÄ SEN SYISTÄ SUOMESSA

J. E. HÅRDH
MAATALOUSKOELAITOKSEN KASVITAUTIOSASTO
TIKKURILA

ENGLISH REFERATE:
ON THE SHRIVELHEADS OF SPRING WHEAT AND THEIR CAUSES IN FINLAND

HELSINKI 1953

VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA, N:o 140
PUBLICATIONS OF THE FINNISH STATE AGRICULTURAL RESEARCH BOARD, No. 140

KEVÄTVEHNÄN KAHUTÄHKÄISYYDESTÄ SEKÄ SEN SYISTÄ SUOMESSA

J. E. HÅRDH
MAATALOUSKOELAITOKSEN KASVITAUTIOSASTO
TIKKURILA

ENGLISH REFERATE:
ON THE SHRIVELHEADS OF SPRING WHEAT AND THEIR CAUSES IN FINLAND

HELSINKI 1953

Helsinki 1953. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkulause.

Tämä tutkimus on suoritettu Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolla sen toimintasuunnitelmaan kuuluvana työnä vuosina 1946—1953.

Esimieheltäni, Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosaston johtajalta, professori E. A. Jamalaiselta olen saanut aiheen sekä ohjausta ja neuvoja työn kestäessä ja tutkimusta viimeistellessäni. Kunnioitettu opettajani, professori O. Pohjakallio on tarkastanut käsikirjoituksen ja tehnyt sen johdosta arvokkaita huomautuksia. Maatalouskoelaitoksen tuhoeläinosaston johtaja, professori V. Kanervo on antanut jatkuvaa tukea ja neuvoja hyönteistieteellisissä kysymyksissä sekä tarkastanut käsikirjoituksen. Heille kaikille lausun saamastani arvokkaasta avusta parhaat kiitokset.

Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeaseman johtaja, maat. ja metsät. kandidaatti T. Honkavaara sekä Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeaseman johtaja, maat. ja metsät. kandidaatti O. Anttinen ovat suopeasti suhtautuneet työskentelyyni koeasemillaan sekä asettaneet käyttööni tarvittavat maa-alat kokeita varten, aineistoa ja työvoimaa kokeiden hoitoa varten. Maat. ja metsät. tohtori O. Ring on suorittanut raakavalkuaismääritykset Maatalouskoelaitoksen kotieläinhoito-osastolla. Maat. ja metsät. kandidaatti J. Mukula on tehnyt työhöni kuuluvat tärkkelysmääritykset SOK:n laboratoriossa Helsingissä. Suomenkielen asun on fil. tohtori P. Siro tarkastanut; englanninkielisen selostuksen kieliasu on Mrs. Jean Margaret Perttusen sekä professori L. J. Tylerin tarkastama. Lausun heille parhaat kiitokset heidän avustaan.

Vehnän laatututkimukset on suoritettu Valtion viljantutkimustoimikunnan laskuun Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen elintarviketeollisuuslaboratoriossa Helsingissä.

Tikkurilassa, marraskuun 10 p:nä 1953.

J. E. Hårdh.

Sisällys.

I. Johdanto.

Kevätvehnän viljelyn maassamme 1930-luvulla yleistyessä ilmaantui maan länsiosissa, varsinkin Pohjanmaalla ja Satakunnassa kevätvehnään tuntematonta vikaa, joka vähensi satoja ja toisinaan vaaransi vehnänviljelyn kannattavuuttakin. Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolla kiinnitettiin vikaan huomiota ensi kerran vuonna 1936, jolloin osastolle saapui siitä näytteitä ja ilmoituksia. JAMALAINEN (1946) kuvasi sen kevyttähkäisyys-nimisenä ja mainitsi, että sairaiden yksilöiden tähkät ovat vaillinaisesti kehittyneitä ja terveiden kasvien tähkiä ohuempia, usein lyhyempiä, suipompia sekä normaalia tummempia. Viallisissa tähkissä kehittyneiden jyvien 1 000:n jyvän painot sekä itävyydet hän totesi huomattavasti alhaisemmiksi kuin samasta kasvupaikasta otetuissa terveissä kasveissa. Monissa tapauksissa esiintyi tähkissä mustahärmä-sientä (*Cladosporium herbarum* PERS.). Vuodesta 1936 lähtien on kasvitautiosastolle kerätty tietoja tämän Suomessa aikaisemmin tuntemattoman »taudin» esiintymisestä lähettämällä mm. vuosina 1938 ja 1940 kiertokyselyjä maatalousneuvojille eri puolille maata. Kertyneistä tiedoista on JAMALAINEN (l. c.) aikaisemmin tehnyt selkoa, ja ne ovat siksi huomionarvoisia, että katsoin tarpeelliseksi selostaa niitä seuraavassa, ennen kuin ryhdyn esittämään omia tutkimuksiani. Tiedotukset osoittavat, että viljelijät jo 1930-luvulla olivat tehneet oikeita havaintoja ja johtopäätöksiä »taudin» esiintymisestä ja toisinaan sen ehkäisemisestäkin.

Ensimmäiset tiedot mainitulla tavalla ilmenevästä viasta saapuivat v. 1936 *Porin* seudulta (lähetetty 13. 8. 1936), jossa S. Suomalainen mainitsee aikaisemmin tuntemattoman »taudin» turmelleen vehnää. *Kauhajoellakin* (V. Kujala, 14. 8. 1936) on outo »tuholainen» esiintynyt yleisenä kevätvehnämailla. *Närpiöstä* (E. Forsén, 23. 8. 1936) tiedotetaan, että »tauti» on aiheuttanut suuria vahinkoja Vaasan seudulla. Sellaisillakin tiloilla, joilla siemen peitattiin Ceresanilla, on vehnä pahoin saastunutta. Keskimäärin 10—20 % tähkistä arvellaan surkastuneen. *Ilmajoella* (P. Koivisto, 24. 8. 1936) on kevätvehnässä alkanut esiintyä tuntematonta vikaa, jota havaitaan runsaimmin Timantti-vehnässä sekä jonkin verran

Ruskeassa kevätvehnässä ja Pika-vehnässäkin. Keväällä suoritettu Ceresan-peittaus ei ole ehkäissyt tautia. *Kokkolasta* (J. Kiuru, 15. 8. 1936) lähetetty näyte oli otettu pellosta, jossa noin kolmas osa vehnäntähkistä oli turmeltunut. *Säämingissä* (E. Laamanen, 7. 10. 1936) on »kevätvehnään ilmaantunut tyhjätähkäisyyttä, jota jo v. 1935 havaittiin. Vehnään muodostui tummempia tähkiä, jotka jäivät sitten täysin tyhjiksi. Kuluneena keväänä ilmeni näitä tähkiä jo erittäin paljon, paikoin jopa kolmanneksi osaksi. Tämä tyhjätähkäisyys näytti voimakkaasti typpeä saaneilla paikoilla [1]) saaneen vielä suuremman jalansijan kuin heikommin lannoitetuilla. Nämä tähkät olivat suunnilleen lahonneen oljen värisiä, ei kuitenkaan tummia, ainoastaan hiukan tavallista tähkää tummempia. Sitten löytyi myös jonkin verran sellaisia tähkiä, joissa oli hyvin pienet ja kurttuiset jyvän alut ollen tähkä myös näöltään samanlainen». *Kiteellä* (A. Brander, 18. 8. 1936) on tautia ollut havaittavissa noin 6—9 %:ssa vehnäyksilöistä.

V. 1937. *Vimpelissä* (A. Viitaniemi, 9. 9. 1937) meni kolmas osa vehnäsadosta hukkaan taudin vuoksi. *Suolahdella* (I. Majaniemi, 25. 8. 1937) »vehnä iti hyvin ja laiho kehittyi normaalisti. Jyvän muodostuksen päästessä alkuun pisti tarkemmin katsoen silmiin hieman tummuneet ja ohuilta vaikuttavat tähkät. Tuleentuessa väri tähkissä yhä tummeni ja jyvät olivat käyneet pieniksi. Mikäli pintapuoliseen tarkastukseen on luottamista, näytti viallisia tähkiä olevan runsaammin määrätyissä paikoissa. Erään saran alapäässä oli taudin saastuttamia tähkiä ehkä enemmän kuin terveitä. Jotkut kohdat olivat melkein puhtaat. Tämä näyttäisi viittaavan siihen, että tauti piilee maassa. Sekä Pika II- että Timantti-vehnä ovat alttiita tälle oudolle taudille, jota jo useampana vuonna on esiintynyt». *Kerimäellä* (A. Silvennoinen) esiintyi paljon »tyhjätähkäisyyttä», johon ei ainakaan kuivuus ollut syynä.

V. 1938. *Jurvassa* (M. Tainus, 8. 9. 1938) oli Timantti-vehnässä sairaita tähkiä parilla 0.5 aarin suuruisella alalla lähes 100 %, joten alat erottuivat jo pitkän matkan päähän mustan värinsä vuoksi. *Orismalassa* (L. Björkenheim. 26. 9. 1938) oli viallisia tähkiä kevätvehnässä n. 10 %. *Ylistarossa* (J. Kitinoja, 7. 10. 1938) tiedettiin vehnän kasvaneen hyvin tähkälle asti, mutta jyvät kuivuivat kesken ja jäivät pieniksi. *Kuortaneella* (M. Isotalo, 31. 8. 1938) oli tautia runsaimmin lakopaikoissa. *Lappajärvellä* (M. Liinamaa, 9. 9. 1938) oli kevätvehnä pahimmin saastunutta lakoutuneissa paikoissa; myös syysviljassa olivat vahingot suuret. Muutamilla tiloilla meni puolet sadosta hukkaan. *Bromarvissa* (J. F. Aminoff, 12. 9. 1938) on tautia havaittu ainakin vuodesta 1935 lähtien. V. 1938 sitä oli ankarimmin lohkolla, joka sivuaa edellisen vuoden vehnäpeltoa. *Laukaassa* (E. Paananen, 21. 9. 1938) oli Sopu-vehnässä noin kolmannes tähkistä mustuneita ja tyhjiä.

V. 1939. *Pomarkussa* (V. Määttänen, 14. 9. 1939) ja muualla Pohjois-Satakunnassa tavattiin tautia melko yleisesti, yhtä runsaasti peitatussa kuin peittaamattomassakin kevätvehnässä.

V. 1940. *Tyrväällä* (E. Leino, 30. 9. 1940) on tautia havaittu sekä syys- että kevätvehnässä. *Kauhajoella* (A. Sammallahti, 28. 8. 1940) havaittiin »tyhjätähkäisyyttä» varsinkin karjanlannalla lannoitetussa maassa. Samassa pitäjässä (A. Vakkuri, 26. 8. 1940) havaittiin tautia eniten talvella ajetun ja keväällä levitetyn lantapatterin

[1]) Harvennukset kirjoittajan.

paikassa, jossa jokainen tähkä oli turmeltunut. Voimakas lannoitus lisäsi tautia. »Tyhjätähkäisyys» näyttää joka vuosi lisääntyvän paikkakunnalla, jossa vehnä sen vuoksi toisinaan niitetään vihantana. *Alavudella* (V. Puotinen, 3. 9. 1940) oli 30 % vehnästä taudin turmelemaa. *Kurikasta* (E. Syväoja, 27. 8. 1940) tiedotetaan, että noin puolet vehnästä on »tyhjätähkäisyyden» vuoksi pilaantunutta. Sateisten säiden aikana on tauti lisääntynyt tavattoman nopeasti, joten paikoittain on aloja, joissa jokainen yksilö on turmeltunut. Kasvit eivät ole kärsineet kuivuudesta. »Ensinnä ilmestyy tähkään mustaa homeentapaista ja jyvä muuttuu maultaan imeläksi ja kurttuiseksi, vähitellen aivan kamalan litkuiseksi aivan kuin piimää, surkastuen siitä miltei olemattomiin. Koska neuvojat eivät tiedä taudin torjuntakeinoja eikä muuta neuvoa antaa kuin ennenaikainen leikkuu lienee siis parasta leikata, vaikka on vielä vihantaa». *Kurikan* Luovankylässä (I. Tuisku, 2. 9. 1940) esiintyi tautia jo edellisenä vuonna ja nyt näyttää sitä olevan niin runsaasti, että jopa puoletkin sadosta menetetään. *Närpiössä* (E. Grane, 19. 8. 1940) tauti ilmaantuu sadekausien aikana ja uhkaa levitessään turmella sadot. *Korsnäsissä* (H. Skog, 4. 9. 1940) tauti huomataan vasta sateiden jälkeen heinäkuun lopulla. *Töysässä* (V. Suutala, 28. 8. 1940) on noin 20 %:ssa kevätvehnäviljelyksistä tuntematonta tautia, josta aikaisemmin ei tiedetty mitään. *Soinissa* (V. Kujala, 24. 8. 1940) on »tyhjätähkäisiä» kasveja keskimäärin 50 %, voipa sato joissakin tapauksissa mennä kokonaankin hukkaan. *Isossakyrössä* (J. K. Jussila, 22. 8. 1940) on tautia ensi kerran havaittu v. 1938 ja se esiintyy maalajista riippumatta. *Vähässäkyrössä* (J. Myntti, 20. 8. 1940) on kuivuutta kärsineissä paikoissa puolet vehnäsadosta tuhoutunut. *Orismalassa* (N. K. Hyyppä, 27. 8. 1940) katsotaan taudin vakavasti uhkaavan vehnänviljelyä ja tekevän sen kannattamattomaksi. Aluksi uskottiin vian johtuvan sateista ja lakoviljasta. Sopu-vehnässä oli tautisia kasveja eniten, 40—50 %. *Lapualla* (J. Kontteli, 28. 8. 1940) oli tautisia tähkiä kasvustossa keskimäärin 75 % ja *Ähtärissä* (A. Jussila, 28. 8. 1940) 50 %. *Alajärvellä* ja *Lappajärvellä* (M. Liinamaa, 9. 9. 1940) oli tapauksia, joissa $^3/_4$ sadosta turmeltui taudin vuoksi. Keskimäärin oli viallisia kasveja n. 15—20 %. »Jos taudille ei kehitetä hävitysmenetelmää, vähentää se huomattavasti jo hyvässä alussa ollutta kotivehnän viljelyä». *Vetelissä* (M. Pihlajamaa, 29. 8. 1940) on tauti paikoin vienyt vehnäsadon laadullisesti ala-arvoiseksi ja vähentänyt sitä 50—75 %:lla. *Kannuksessa* (V. Isohanni, 24. 8. 1940) ja lähipitäjissä ovat kevätvehnäsadot vähentyneet taudin johdosta 25—35 %:lla. On tapauksia, jolloin satoa on kasvun edellyttämästä määrästä saatu vain 10—15 %. Samalla paikkakunnalla (V. Korri, 25. 8. 1940) oli v. 1936 Pika II pahoin saastunutta, kun sen sijaan Sopu oli terveettä. V. 1938 oli taudin vaivaamia kasveja Sopu-vehnässä 70 %, Hopeassa 10—45 % ja Pika II:ssa 40—50 %. Paikoin oli sato kokonaan turmeltunut. Tautia havaittiin myös syysvehnässä. *Kalajoella* (P. Kirjavainen, 25. 8. 1940) oli tuhon suuruus Timantti-vehnässä 60 %. Tautia tavattiin jo v. 1939, jolloin sato tuhoutui paikotellen täydellisesti. Tuho on suurempi kuivilla paikoilla kuin kosteilla. *Oulaisissa* (A. G. Sipilä, 5. 9. 1940) oli karjanlannalla lannoitetussa maassa Pikavehnästä 70 % turmeltunut ja *Oulussa* (T. Salanne, 21. 9. 1940) esiintyi tautia runsaasti. *Kiimingissä* (V. Ahokas, 23. 8. 1940) oli tautia kevätvehnäviljelyksissä keskimäärin 20 %, kun aikaisemmin ei taudista tiedetty mitään.

Kirjoittaja on nimittänyt edellä kuvatulla tavalla ilmenevää tautia k a h u t ä h k ä i s y y d e k s i. Aikaisemmin siitä on käytetty nimityksiä »kevyttähkäisyys», »tyhjätähkäisyys» ja »vajaatähkäisyys». Kahutähkäisyysnimitystä ei suomenkielessä tähän mennessä tiettävästi ole käytetty, ja se on johdettu sanasta »kahut». Yleisesti käytössä oleva kahujyvä-sana oli aiheena kahutähkäisyysnimityksen muodostamiseen, koska kyseisissä tähkissä on kurttuisia ja eri asteisesti turmeltuneita kahujyviä.

Tässä työssä kuvatulla kahutähkäisyydellä (saksalaisessa kirjallisuudessa käytetään vastaavasta ilmiöstä nimitystä *Taubährigkeit*, englantilaisessa *shrivelheads*, ranskalaisessa *échaudage*, italialaisessa *stretta*) tarkoitetaan heinäkasveissa ilmenevää, aineenvaihdunnan häiriintymisestä tai kasvuajan epänormaalista lyhenemisestä johtuvan ennenaikaisen kuivumisen aiheuttamaa tähkien (tai röyhyjen) ja jyvien surkastuneisuutta. Kahutähkäisyydelle on ominaista tähkän pieni jyväluku normaaliin verrattuna, jyvien pieni koko ja paino sekä normaalista poikkeava tärkkelys-, valkuais- ja vesipitoisuus. Nämä poikkeamat aiheuttavat mm. sen, että sadot jäävät vähäisiksi, jyvät itävät heikosti, leivinominaisuudet ovat tavallista huonommat, eikä sato tästä syystä kelpaa ravinnoksi.

Tähkien ennenaikainen kuivuminen voi ilmetä myös v a l k o t ä h k ä i s y y t e n ä, jonka tunnusmerkkinä REUTER (1900) pitää tähkien (tai röyhyjen) täydellistä tai osittaista kellastumista ja vaalenemista sekä niiden ennenaikaista kuihtumista ilman, että kasvissa havaitaan sanottavia ulkonaisia vioituksia. Valkotähkäisyys voi saman tutkijan mukaan johtua monien hyönteislajien ja eräiden tuhosienien aiheuttamasta kasvin vioittumisesta sekä epäedullisista ilmasto- ja maaperäsuhteista.

Milloin kasvin vioittuminen tai sen kehityksen pysähtyminen tapahtuu varhaisella asteella ennen kukintaa, tai jo ennen tähkimistä, tähkät jäävät jyvättömiksi ja vaalenevat usein valkotähkiksi (vrt. MERKENSCHLAGER 1933). Jos sen sijaan tähkien kehitys häiriintyy kukinnan aikana tai sen jälkeen, tähkät tuleentuvat ennenaikaisesti ja tummuvat sinertäviksi tai sinipunertaviksi. Lisäksi voivat monet sekundaariset sienet aiheuttaa tähkien mustumista. Näin syntyvä tauti, kahutähkäisyys, poikkeaa valkotähkäisyydestä kasvin vioittumisen ajankohdan sekä tähkien värin suhteen, ja tällä tavoin viallisissa tähkissä on joko surkastuneita jyvänaiheita tai erisuuruisia, kurttuisia ja usein normaalia kevyempiä k a h u j y v i ä (Schmachtkorn) (HILTNER 1933).

Kun Pohjanmaalla ja Satakunnassa vahingollisena esiintyvä kahutähkäisyys sekä sen syyt kaipasivat selvitystä ja kun taudin torjuntakeinotkin olivat siitä syystä tuntemattomat, otettiin Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolla suoritettujen alustavien tutkimusten jälkeen asia vuodesta 1946 lähtien perusteellisemmin selvitettäväksi. Syysvehnään ei tässä yhteydessä kiinnitetty huomiota, koska sen viljely Pohjanmaalla on heikon talvehtimisen vuoksi vähäistä.

Vuosina 1946—1953 keräsin kevätvehnänäytteitä Pohjanmaalta sellaisista viljelyksistä, joissa kahutähkäisyys oli viljelijäin ilmoituksen mukaan vuosittain toistuva haitta kevätvehnässä ja joissa halla tai kuivuus eivät olleet häirinneet vehnän kasvua. Aineisto kerättiin siten, että vehnälohkon halki kuljettaessa poimittiin joka 20 askeleen päässä kourallinen (n. 50 kpl) korsia. Näytteistä tutkittiin tähkät sekä jyvät, määritettiin kahu- ja normaalijyvien 1 000:n jyvän paino, itävyys, orastuminen sekä valkuaisen ja tärkkelyksen määrä. Lisäksi tutkittiin kahutähkäisestä vehnästä puidun sadon laatua sekä korjuuajan vaikutusta siihen.

Tutkiessaan aikaisemmin tällaisia kevätvehnänäytteitä ei JAMALAINEN (1946) todennut niissä sellaisten Suomessa ennestään tunnettujen tuhosienien tai tuhoeläinten vioitusta, jotka olisivat olleet pääasiallisena syynä kahutähkäisyyteen. Tutkimissani näytteissä, joihin seuraava kahutähkäisyysilmiön kuvaus perustuu, totesin primaarisena korren vioittajana joko *Cercosporella herpotrichoides* FRON -sienen tai *Amblymerus graminum* HÅRDH -pistiäisen taikka molemmat samassa näytteessä. Näistä on edellinen Suomelle uusi ja jälkimmäinen tieteelle uusi laji.

II. Kahutähkäisyys kevätvehnässä.

1. Kahutähkät ja niiden jyväluku.

Useimmilla heksaploideilla vehnälajeilla, joihin tavallinen kevätvehnämme *Triticum aestivum* L. kuuluu, on tuleentuneen, normaalin tähkän poikkileikkaus usein suorakaiteen muotoinen. Tämä johtuu siitä, että tähkylät ovat kehittyneet neljässä tähkän pituussuuntaan kulkevassa rivissä. Tähkissä, joiden kehitys on syystä tai toisesta keskeytynyt, on poikkileikkaus sitä vastoin joko pyöreähkö tai soikea johtuen siitä, että tähkylät jäävät tuleennuttuaan pystyasentoon tähkälapakkoa vasten painautuneina. Kun normaalisti kehittyneessä ja tuleentuneessa tähkässä tähkylät harit-



Kuva 1. Kahutähkiä ja normaalisti kehittyneitä tähkiä. Lajike Kimmo. 1/1. Orig.
Figure 1. Shrivelheads (left) and normal ears (right) of variety Kimmo. 1/1. Orig.

tavat sivulle tehden tähkän täyteläisen näköiseksi ja keskeltä usein paksummaksi kuin molemmista päistä, ovat kahutähkät ohuita, liereitä, usein hieman kaartuneita ja kärkeen päin suippenevia (kuva 1).

Luonnehtiakseni kahutähkäisyyttä suoritin eräitä mittauksia aineistosta, joka saatiin v. 1948 Keski-Pohjanmaan maamieskoululta Kannuksesta. Tästä aineistosta määritettiin 50 kahutähkän ja yhtä monen normaalitähkän pituudet, paksuudet, jyvä- ja tähkyläluvut sekä tiheydet. Tähkän tiheydellä tarkoitetaan PERCIVALin (1921) mukaan tähkylöiden lukumäärää tähkälapakon pituusyksikköä kohden; tiheys ilmaistaan 1 desimetriä kohden ja lasketaan kaavasta: $D = \frac{10 \times n}{l}$, jossa D on tähkän tiheys, n tähkylöiden lukumäärä tähkässä ja l tähkän pituus senttimetreissä. Samalla laskettiin tähkien jyväsadot ja 1 000:n jyvän painot. Tähkän paksuus mitattiin millimetrimitalla tähkän keskikohdalta kahdessa keskenään kohtisuorassa suunnassa sekä esitetään taulukossa 1 saatujen lukujen tulona.

Taulukko 1. Kahutähkien ja normaalitähkien erot Kannuksessa v. 1948 kasvaneessa Kimmo-vehnässä.

Table 1. Mean differences of shrivelheads and normal ears on spring wheat (variety Kimmo) grown in Kannus 1948.

	Tähkän pituus mm *Length of ear in mm.*	Tähkän paksuus × leveys mm *Thickness × width of ears in mm.*	Tähkylä-luku *No. of spikelets*	Jyväluku *No. of grains*	Tähkän tiheys *Density of ears*	Sato tähkää kohden g *Yield per ear g.*	1 000:n jyvän paino g *Weight of 1 000 grains g.*
Kahutähkät — *Shrivelheads* ..	61.9	48.4	11.6	12.4	17.6	0.16	12.6
Normaalitähkät — *Normal ears*	78.0	113.5	13.7	22.7	16.5	0.80	35.1

Näiden mittaustulosten mukaan vallitsee tähkien pituuden ja paksuuden sekä pituuden ja tähkyläluvun kesken seuraavat korrelaatiot [1]).

	Pituus-paksuus	Pituus-tähkyläluku
Kahutähkät	$+ 0.163 \pm 0.097$	$+ 0.649 \pm 0.058$
Normaalitähkät	$+ 0.967 \pm 0.007$	$+ 0.687 \pm 0.053$

Vuonna 1949 määritettiin myös Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeaseman kevätvehnän lajikekokeen jokaisesta lajikkeesta ja linjasta kahdelta kerrannaisruudulta (I ja II) 30 terveen ja yhtä monen viallisen tähkän pituudet sekä näistä tähkistä (yhteensä 1 920 kpl.) saatujen jyvien 1 000:n jyvän painot (taulukko 2).

[1]) Koetulosten tilastollista tarkastelua varten on korrelaatiokertoimet (r), todennäköisyysarvot (t) ja muuntelukertoimet (F) laskettu BONNIERin ja TEDINin (1940) esittämien perusteiden mukaan.

Taulukko 2. Kahutähkien ja terveiden tähkien pituudet sekä vastaavat 1 000:n jyvän painot kevätvehnän lajikekokeessa Ruukissa v. 1949.

Table 2. The length of ears and weight of 1 000 grains in them in wheat varieties grown in Ruukki 1949.

Lajike tai linja *Variety or line*	Kahutähkät *Shrivelheads*				Normaalitähkät *Normal ears*				Kahujyvien paino normaalijyvien painosta % *Ratio of weights of shrivelled and normal grain* %
	Tähkän pituus mm *Length of ears mm.*			1 000:n jyvän paino g *Weight of 1 000 grains g.*	Tähkän pituus mm *Length of ears mm.*			1 000:n jyvän paino g *Weight of 1 000 grains g.*	
	I	II	Keskim. *Average*		I	II	Keskim. *Average*		
1. Aikainen 36..	91.5	79.7	85.6	17.10	80.0	85.0	82.5	41.83	40.9
2. Apu	61.1	75.4	68.3	25.93	78.6	77.4	78.0	36.12	71.8
3. Tammi	69.2	65.8	67.5	23.73	78.2	82.7	80.5	38.43	61.7
4. Timantti	69.0	41.3	55.2	20.03	70.8	78.8	74.8	39.47	50.7
5. Jo 02037....	55.8	53.4	54.6	22.07	71.9	71.5	71.7	34.53	63.9
6. » 02098....	63.6	49.5	56.6	21.72	74.8	59.8	67.3	31.65	68.6
7. » 02643....	44.2	—	44.2	14.16	61.8	—	61.8	30.18	46.9
8. » 02862....	49.3	—	49.3	18.46	66.6	—	66.6	30.30	60.9
9. » 02881....	58.3	55.7	57.0	25.10	79.0	75.3	77.2	35.85	70.0
10. » 02934....	49.5	54.4	51.9	19.98	67.5	67.3	67.4	34.33	58.2
11. » 02970....	57.1	55.0	56.1	23.10	76.1	71.1	73.6	36.28	63.7
12. » 03146....	51.7	47.4	49.6	24.30	72.4	71.0	71.7	35.40	68.6
13. » 0341	57.7	64.0	60.9	15.68	80.0	85.0	82.5	29.80	52.6
14. » 03455....	56.2	58.9	57.6	22.40	70.2	70.7	70.5	36.55	61.1
15. » 07405....	48.4	63.2	55.8	21.58	70.2	75.1	71.7	35.77	60.3
16. » 08604....	62.7	68.0	65.4	21.31	83.7	80.3	82.0	38.26	55.7
Keskimäärin — *Average*			**58.5**	**21.04**			**73.7**	**35.30**	**59.7**

	F	Merkitsevä ero — *Significant difference*
Taudin vaikutus tähkänpituuteen — *Effect of shrivelling on the ear length*	98.86***	11.6
Lajikkeiden tähkänpituus — *Ear length of the varieties*	6.77***	
Taudin vaikutus 1 000:n jyvän painoon — *Effect of shrivelling on 1 000 grain weight*	65.33***	2.2
Lajikkeiden 1 000:n jyvän paino — *1 000 grain weight of the varieties..*	<1	

Esitetyistä tuloksista ilmenee, että normaalisti kehittyneessä ja tuleentuneessa kevätvehnässä vallitsee tähkien pituuden ja paksuuden, samoin kuin pituuden ja tähkyläluvun kesken positiivinen korrelaatio, kun sitä vastoin kahutähkissä ei pituuden ja paksuuden kesken korrelaatiota ole. Tämä johtuu jyvien kasvun pysähtymisestä sekä jyvien tavanomaista voimakkaammasta kutistumisesta tähkän tuleentuessa. Normaalisti kehittyvien tähkien paksuneminen johtuu osittain jyvien kasvusta, jolloin nämä tähkälapakkoon nojaten painavat tähkylää ulos- ja alaspäin, minkä lisäksi tähkälapakon kuivuminen aiheuttaa terveiden tähkylöiden harittamista. Kuivuessaan tähkälapakko tavallisesti taipuu muodostaen aaltoviivan (kuva 2), jolloin kukin nivelväli painaa samalla puolella olevaa, lähinnä alempaa tähkylää ulospäin; kahutähkien hennompi tähkälapakko taas



Kuva 2. Kahutähkien ja normaalitähkien tähkälapakkoja. 1/1. Orig.
Figure 2. Axes of shrivelheads and normal ears. 1/1. Orig.

aiheuttaa, että tähkylät näissä eivät tuleentuessaan taivu ulospäin, vaan jäävät pystyasentoon. Kahutähkien tiheys on taulukon 1 mukaan lähes sama kuin normaalitähkien. Näiden keskimääräiseksi tiheydeksi saatiin mainituissa mittauksissa 16.5 vastaavan luvun kahutähkissä ollessa 17.6. Taulukon 2 mukaan oli terveiden tähkien keskipituus Ruukissa v. 1949 kasvaneissa kevätvehnälajikkeissa 73.7 mm kahutähkien keskipituuden ollessa 58.5 mm.

Koska tuleentuneet kahutähkät ovat lyhyempiä kuin saman kasvuston normaalitähkät, on kahutähkissä tähkylöiden ja myös jyvien luku tavallista alhaisempi. Taulukon 1 mukaan oli kahutähkissä keskimäärin 11.6 tähkylää ja 12.4 jyvää, kun niitä terveiden kasvien tähkissä oli vastaavasti 13.7 ja 22.7 kpl. Kahutähkien jyväsato oli keskimäärin 0.16 g tähkää kohden ja normaalitähkissä 0.80 g (taulukko 1). Otettaessa huomioon jyväsato sekä jyvien paino (taulukko 2), sadonvähennys oli tähkää kohden taudin vuoksi näin ollen keskimäärin 74 %. Myös kirjallisuudessa on tietoja siitä, että vehnän kortta vioittavien eliöiden vuoksi tähkän jyväsato vähenee, josta on seurauksena huomattavia satotappioita. GLYNNE, DION ja WEIL (1945) eivät tosin todenneet *Cercosporella herpotrichoides* -sienen aiheuttamasta syysvehnän korren vioittumisesta johtuvan tähkän jyväluvun alenemista, sen sijaan 1 000:n jyvän paino oli tautisissa kasveissa normaalia huomattavasti alhaisempi. CHAMBERLINin (1941) tutkimuksissa oli kiilupistiäisen *Harmolita tritici* FITCH vioittamissa vehnäyksilöissä 1 000:n jyvän paino vain vähän normaalia alempi, sen sijaan tähkien jyväluku oli huomattavasti pienempi.

2. Kahujyvien ominaisuudet.

A. Rakenne ja paino.

Kahujyvien rakenteen tutkimiseksi lajiteltiin näytteistä irroitetut jyvät surkastumisasteen perusteella kolmeen ryhmään:

1. täyteläiset, sileät ja terveen näköiset jyvät, 2. pinnaltaan ryppyiset jyvät, joiden koko oli lähes sama kuin terveiden jyvien, 3. pahoin rypistyneet, usein epämuodostuneet ja surkastuneet jyvät (kuva 3). Kuvassa 4 esitetään piirrokset eriasteisten jyvien poikkileikkauksista; leikkaukset on tehty jyvän keskeltä kohtisuoraan sen pituusakselia vastaan.

Terveessä jyvässä (ryhmä 1) on pinta sileä ja poikkileikkaustaso lähes symmetrinen vaon kautta asetetuksi ajatellun tason suhteen. Hieman rypistyneissa jyvissä (ryhmä 2) on tärkkelyssolukko irtautunut valkuaiskerroksesta, ja siemenkuoren alle on muodostunut onteloita, jotka toisinaan ovat täynnä sienirihmastoa. Valkuaiskerros voi myös olla kiinni tärkkelyssolukossa, jolloin onteloita on muodostunut valkuaiskerroksen ja siemenkuoren tai siemenkuoren ja hedelmänseinämän väliin. Kuten myös Mead (1939) totesi, on kurttuisissa jyvissä vako syventynyt ja laajentunut muodostaen edullisen kiinnekohdan monille siemenen mukana kulkeutuville sienille. Tärkkelyssolukko on tällaisissa jyvissä tiivistä, lasimaista, eikä siinä jyvien poikkileikkauksessa todettu ilmaa sisältäviä solunvälejä. 3. ryhmän jyville on ominaista voimakas kutistuminen ja muodonmuutos. Hedelmänseinämä on suurimmaksi osaksi irtautunut siemenkuoresta,



a b c

Kuva 3. a. Sileitä, normaalisti kehittyneitä jyviä (ryhmä 1);
b. hieman ryppyisiä kahujyviä (ryhmä 2);
c. voimakkaasti kurttuisia ja surkastuneita kahujyviä (ryhmä 3).
4/1. Orig.

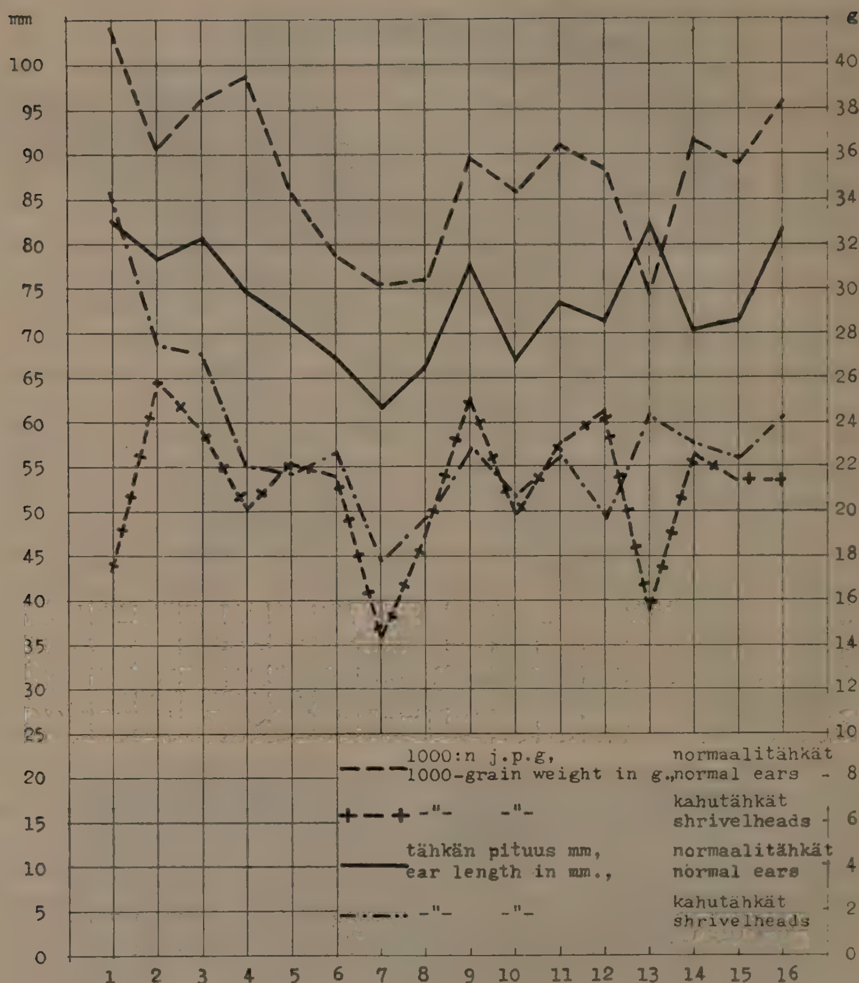
Figure 3. a. Smooth, normally developed grains (group 1);
b. slightly shrivelled (group 2) and
c. very shrivelled small grains (group 3).
4/1. Orig.



Kuva 4. Poikkileikkaukset a. 1. ryhmän, b. 2. ryhmän, c. ja d. 3. ryhmän jyvistä. 15/1. Orig.
Figure 4. Cross-sections from grains of a. 1st group, b. 2nd group, c. and d. 3rd group. 15/1. Orig.

jolloin niiden väliin on jäänyt suuria onteloita. Myös tärkkelyssolukko on surkastunut ja muodostaa rosoisen kerroksen valkuaissolukon sisäpuolelle. Tärkkelyssolukossa on usein suuria onteloita, ja valkuaiskerros on kutistunut ohueksi, kurttuiseksi kuoreksi. Milloin tärkkelyssolukko on surkastunut, jyvän muoto on muuttunut täydellisesti jyvän sivujen painuttua sisään ja vaon laajettua leveäksi poimuksi. Jyvän sisustassa on tärkkelys- ja valkuaiskerros ja niihin kiinni kuivettunut siemenkuori poikkileikkauksessa usein kolmihaarainen (kuva 4 d).

Kahujyvien 1 000:n jyvän paino on täysin kehittyneiden jyvien painoa huomattavasti pienempi, kuten aikaisemmin (taulukot 1 ja 2) eräiden Kannuksessa sekä Ruukissa kasvaneiden lajikkeiden jyväsatoja tarkasteltaessa todettiin. Kannuksessa v. 1948 kasvaneessa Kimmo-vehnässä (taulukko 1) oli terveiden kasvien 1 000:n jyvän paino 35.1 g ja kahujyvien paino 12.6 g eli 35.9 % terveiden jyvien painosta. Taulukon 2 mukaan oli täysin kehittyneistä tähkistä saatujen jyvien 1 000:n jyvän paino keskimäärin 35.3 g, ja kahujyvien paino 21.0 g eli 59.7 % (40.9—71.8 %) terveiden jyvien painosta. Kuvassa 5 esitetään graafisesti taulukossa 2 esitettyjen lajikkeiden tähkänpituudet ja 1 000:n jyvän painot terveistä ja viallisista yksilöistä laskettujen keskiarvolukujen mukaan.



Kuva 5. Normaalisti kehittyneiden tähkien ja kahutähkien pituudet sekä 1 000:n jyvän painot niissä.

Figure 5. Length of normal ears and shrivelheads, and weight of 1 000 grains in them.

Kahujyvien ominaisuuksien tutkimiseksi kerättiin v. 1946 näytteitä puidusta kevätvehnästä Kuortaneelta (mv. A. Knuutila), Miedosta (mv. E. Syväoja) ja Ylistarosta (Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasema). Jyvät lajiteltiin kurttuisuusasteen mukaan 1., 2. ja 3. ryhmään, määritettiin kappaleluvun perusteella eri ryhmiin kuuluvien jyvien määrät %:ssa sekä 1 000:n jyvän painot ja itävyydet kussakin ryhmässä. Neljästä rinnakkaiserästä suoritettujen määritysten keskiarvotulokset esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3. Kahutähkäisestä vehnästä puidun sadon lajittelu kurttuisuusasteen perusteella, jyvien määrä eri ryhmissä %, 1 000:n jyvän painot ja itävyydet v. 1946.

Table 3. Classification of grains on the basis of the amount of shrivelling in three groups, the no. of grains in each, the weights of 1 000 grains and percentage germination in 1946.

Ryhmä — *Group*		1				2				3			
Paikkakunta *Locality*	Kahutähkiä % *Shrivelheads in growing season in* %	% koko määrästä *Grains in* %	1 000 j.p. g *Weight of 1 000 grains g.*	Itävyys % *Germination* %	Homeisuus % *Blighted seeds* %	% koko määrästä *Grains in* %	1 000 j.p. g *Weight of 1 000 grains g.*	Itävyys % *Germination* %	Homeisuus % *Blighted seeds* %	% koko määrästä *Grains in* %	1 000 j.p. g *Weight of 1 000 grains g.*	Itävyys % *Germination* %	Homeisuus % *Blighted seeds* %
Kuortane													
— lajittelematon — *non-assorted*	50.9	61.1	31.4	83.5	16.5	18.9	16.4	50.0	29.5	20.0	9.7	39.0	56.5
— lajiteltu — *assorted* ..	»	95.1	33.2	85.0	11.5	4.3	22.9	51.0	30.0	0.6	10.4	30.0	61.0
Mieto													
— lajiteltu — *assorted* ..	55.5	97.4	31.1	95.5	6.0	1.7	17.0	—	—	0.9	8.0	—	—
Ylistaro													
— lajiteltu — *assorted* ..	43.6	84.8	33.1	78.0	13.5	10.9	19.9	35.0	45.0	4.3	8.4	27.5	46:5
Keskimäärin — *Average*			**32.2**	**85.5**	**11.9**		**18.9**	**45.3**	**34.8**		**9.1**	**32.2**	**54.7**

Samoin vuonna 1951 kerättiin näytteitä puidusta sadosta eräiltä Pohjanmaan tiloilta, joilla kasvukauden aikana oli suoritettu tautisuusanalyysit. Näistä näytteistä määritettiin kuhunkin kurttuisuusryhmään kuuluvien jyvien määrät %:ssa, 1 000:n jyvän painot kussakin ryhmässä sekä näytteiden keskimääräiset 1 000:n jyvän painot. Tulokset esitetään taulukossa 4.

Taulukko 4. Kahutähkäisestä vehnästä puidun sadon lajittelu kolmeen kurttuisuusryhmään, 1 000:n jyvän painot eri ryhmissä ja keskimäärin koko näytteessä v. 1951.

Table 4. Classification of grains in threshed spring wheat showing shrivelheads, the mean weights of 1 000 grains in each group and average in 1951.

Lajike *Variety*	Tilan n:o (ks. liite 1) *Farm no. (see appendix 1)*	Kahutähkiä % *Shrivelheads* %	Jyviä eri kurttuisuusryhmissä (%) ja näiden 1 000:n jyvän painot (g) *Amount of grains in three groups of shrivelling (%) and the weight of 1 000 grains in each (g.)* 1 %	1 g	2 %	2 g	3 %	3 g	Keskimääräinen 1 000:n jyvän paino g *Mean weight of 1 000 grains g.*
Apu	159	41.4	86.6	25.7	11.4	15.5	2.0	8.0	26.3
»	»	72.7a [1]	19.3	26.9	71.3	19.1	9.4	8.4	21.4
»	»	» b	30.3	25.3	62.6	18.3	7.1	9.4	21.6
»	»	» c	28.5	26.4	61.7	18.8	9.8	9.3	21.4
Ruskea	165	30.3	90.0	26.9	7.5	17.6	2.5	9.6	26.7
Tammi	141	54.3	85.2	29.3	12.1	19.1	2.7	11.5	28.6
»	142	17.7	81.4	27.9	16.6	17.8	2.0	10.5	25.5
»	152	29.9a [1]	80.4	33.0	14.1	22.3	5.5	13.3	30.4
»	»	» b	59.3	31.8	27.5	23.3	13.2	13.6	28.3
»	»	» c	72.2	32.5	19.5	22.5	8.3	12.9	28.9
»	158	47.0	43.6	24.3	44.6	16.8	11.8	8.5	20.6
»	159	40.0	68.6	29.4	28.0	21.1	3.4	10.9	27.1
Timantti I	147	32.8	96.1	26.9	3.9	12.0	0	—	26.8
»	150	22.2	94.6	30.0	4.1	18.4	1.3	10.1	28.3
»	154	0	96.0	26.7	3.2	15.0	0.8	8.6	28.0
»	156	32.6	96.5	27.7	3.0	15.6	0.5	8.3	25.7
»	157	38.5	65.8	24.8	24.8	15.6	9.4	8.4	21.4
»	159	26.7	79.8	28.1	15.8	17.7	4.4	9.5	26.7
»	160	34.3	79.7	27.0	17.7	17.2	2.6	10.0	25.8
Timantti II	161	53.6	85.0	27.4	7.3	17.5	7.7	10.0	26.3
Keskimäärin - *Average*		**38.7**	**72.0**	**27.9**	**22.9**	**18.0**	**5.2**	**10.0**	**25.8**

Esitettyjen määritysten mukaan on 1 000:n jyvän painoksi 1. ryhmässä saatu v. 1946 32.2 g ja v. 1951 27.9 g, 2.:ssa 18.9 ja 18.0 g sekä 3.:ssa 9.1 ja 10.0 g, joten 1., 2. ja 3. ryhmän 1 000:n jyvän painot näissä tapauksissa suhtautuivat toisiinsa likipitäen kuten 3 : 2 : 1. Taulukosta 3 havaitaan lajittelun tärkeys kahutähkäisen kevätvehnän sadon laatua parantavana toimenpiteenä. 1. ryhmän (normaali-) jyvien määrä oli lajittelun vuoksi

[1] a, b ja c tarkoittavat tässä korjuuaikakokeen 1., 2. ja 3. jäsentä. Koetta selostetaan tarkemmin sivuilla 29–30. — [1] *a, b and c referring to 1st, 2nd and 3rd harvest of the harvesting test described on page 131.*

Kuortaneella (lajike Timantti I) lisääntynyt 30 %:lla oltuaan puinnin jälkeen vain 61.1 % koko sadon määrästä; 2. ryhmän jyvien määrä oli lajiteltaessa vähentynyt neljännekseen alkuperäisestä ja 3. ryhmän jyviä ei lajitellussa viljassa juuri ollut. Kaikissa näyte-erissä (taulukot 3 ja 4) oli 1. ryhmän (normaali-) jyviä keskimäärin 78 %, mikä osoittaa, ottaen huomioon että noin 20—50 % kasveista ennen korjuuta suoritetun määrityksen perusteella oli kahutähkäisiä, vain pienen osan sairaiden kasvien tähkistä saadusta kurttuisesta viljasta menevän puitaessa roskiin. Kahujyvien määrä puidussa viljassa vaihtelee eri tiloilla (taulukko 4) puimakoneiden kunnosta, viljan kosteudesta ym. johtuen. Jyväsatoon voi puitaessa jäädä runsaasti 2. ja 3. ryhmän jyviä, joiden haitallinen vaikutus siemeneksi käytetyn viljan itävyyteen (taulukko 3) sekä viljan leivinominaisuuksiin (sivu 29) on varteenotettava tekijä.

Kuten mainittu, monet sienilajit voivat saastuttaa kahujyviä. Lisäksi tarttuu jyvien pinnassa oleviin poimuihin sekä niiden sisään muodostuneisiin onteloihin sienien itiöitä. Sienet (mm. tyvitauteja aiheuttavat *Ophiobolus*-lajit) saattavat näin pysyä elinkykyisinä jyvissä säilytyksenkin aikana sekä kulkeutua siemenen mukana (Hiltner 1933). Kahujyvistä kasvattamistani sienistä mainittakoon tyvitautien aiheuttajinakin tunnetut *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *F. graminearum* Schw., (*Gibberella Saubinetii* [Mont.] Sacc.) ja *F. nivale* (Fr.) Ces. (*Calonectria graminicola* [Berk. & Brme] Wr.). Jamalainen (1943 b, 1944) on mainittujen *Fusarium*-lajien lisäksi todennut kurttuisissa vehnänjyvissä seuraavia lajeja: *F. sporotrichioides* Sherb., *F. scirpi* Lamb. & Fautr. v. *acuminatum* Ell. & Ev. sekä *F. De Tonianum* Sacc. Kahutähkistä saaduista jyvistä sain kasvatuksissa myös seuraavien, pääasiassa saprofyyttisten sienisukujen edustajia: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Hormodendrum*, *Macrosporium*, *Mucor*, *Penicillium* ja *Trichothecium*.

a. Hehtolitrapaino.

Kahutähkäisestä vehnästä saadun sadon hehtolitrapainoon kiinnitettiin tässä yhteydessä huomiota, koska korkea hehtolitrapaino usein katsotaan terveen, kuivan, normaalikuntoisen viljan tunnusmerkiksi. Tällöin määritettiin Etelä-Pohjanmaan maanviljelysseuran ja Österbottens svenska lantbrukssällskapin alueelta Vaasan ympäristöstä vuonna 1951 saatujen satonäytteiden hl-painot. Lisäksi määritettiin Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeaseman lajikekokeesta v. 1951 saatujen kevätvehnänäytteiden hl-painot. Kunkin viljelyksen kahutähkäisyysprosentit laskettiin elokuussa 1951 tautisuushavaintoja tehtäessä. Taulukossa 5 esitetään näiden vehnänäytteiden alkuperät, lajikkeet, kasvustosta lasketut kahutähkäisyysprosentit sekä puidun sadon hehtolitrapainot.

Tehdyissä kokeissa oli nähtävästi kasvuolosuhteilla suurempi vaikutus puidun sadon hehtolitrapainoon kuin kahutähkäisyydellä, josta hehtolitrapaino näissä tapauksissa oli riippumaton.

Taulukko 5. Kahutähkäisestä kevätvehnästä saadun sadon hehtolitrapainot Etelä-Pohjanmaalla v. 1951.

Table 5. The hectoliter weight of yield from crops showing shrivelheads in some farms of South Pohjanmaa in 1951.

Tila n:o (vrt. liite 1) *Farm no. (see appendix 1)*	Lajike *Variety*	Kahutähkiä % *Shrivelheads %*	Hl-paino kg *Hl-weight kg.*
159	Apu	41.4	64.1
»	» a [1])	72.7	62.8
»	» b	»	63.1
»	» c	»	73.8
165	Ruskea	30.3	78.1
141	Tammi	54.3	76.8
142	»	17.7	73.1
152	» a [1])	29.9	74.3
»	» b	»	67.5
»	» c	»	70.3
158	»	47.0	69.8
159	»	40.0	70.6
147	Timantti I	32.8	80.9
150	»	22.2	79.1
154	»	0	77.4
156	»	32.6	77.1
157	»	38.5	67.9
159	»	26.7	75.9
160	»	34.3	77.2
161	Timantti II	53.6	74.7

B. Itävyys ja orastuminen.

Kahujyvien itävyys on taulukon 3 mukaan sitä alhaisempi, kuta pahemmin surkastuneita jyvät ovat. Jo normaalisti kehittyneiden jyvien itävyys oli kahujyväisessä vehnässä verraten alhainen (85.5 %), mihin oli ilmeisesti syynä runsas homeisuus (11.9 %). Samoissa näytteissä oli 2. ja 3. ryhmän jyvien itävyys noin 50 % 1. ryhmään kuuluvien jyvien itävyydestä ja homeisuus jopa viisinkertainen verrattuna 1. ryhmän jyvien homeisuuteen.

Kahujyvien homeisuuden ja itävyyden välisen suhteen selvittämiseksi suoritettiin myös Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeaseman vuoden 1950 kevätvehnän lajikekokeesta saaduista näytteistä irroitetuilla jyvillä itävyys- ja orastumiskokeet käyttäen tavanomaisia idätys- ja orastumisastioita sekä steriloitua hiekkaa kasvualustana. Näiden kokeiden tulokset esitetään taulukossa 6.

---

[1]) Vrt. alaviitta sivulla 20. — [1]) *Cf. note on page 20.*

Taulukko 6. Kahu- ja normaalijyvien itävyys, homeisuus ja orastuminen Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeaseman kevätvehnän lajikekokeesta saaduissa näytteissä v. 1950.

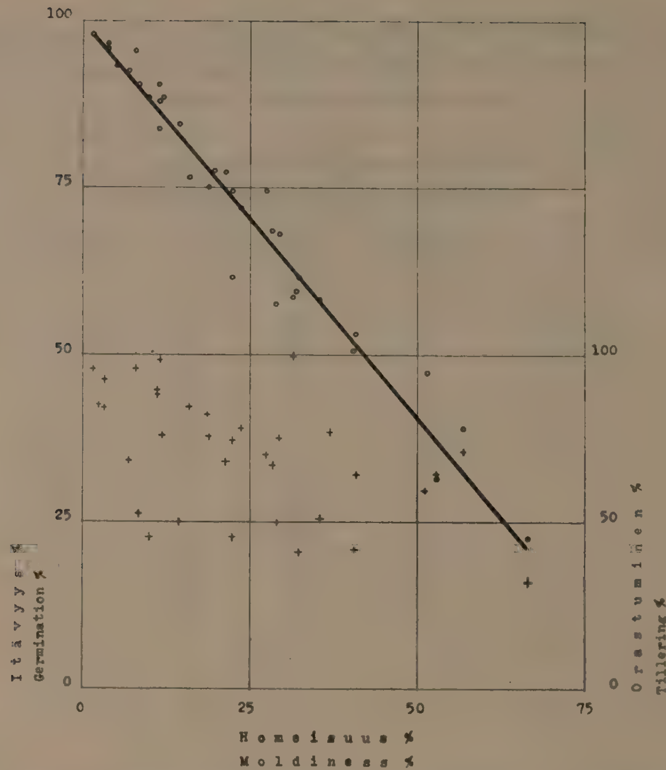
Table 6. Germination, moldiness and tillering of shrivelled and normal grains in yield from variety test in Ruukki 1950.

Lajike tai linja *Variety or line*	Kahujyvät — *Shrivelled grains*			Normaalijyvät — *Normal grains*		
	Itävyys % *Germination* %	Homeisuus % *Moldiness* %	Orastuminen % *Tillering* %	Itävyys % *Germination* %	Homeisuus % *Moldiness* %	Orastuminen % *Tillering* %
Aikainen 36	61.5	22.5	45.5	90.5	8.5	52.5
Apu	68.5	28.5	67.0	74.3	22.3	74.8
Tammi	53.0	41.0	64.4	88.0	11.5	98.5
Timantti I	58.3	35.5	50.5	77.8	19.8	82.0
Jo 02037	76.5	16.0	84.5	93.3	5.0	85.5
» 02098	72.0	23.8	77.3	98.0	1.5	95.8
» 02643	88.5	10.0	45.1	96.5	3.8	92.3
» 02862	74.5	27.5	70.0	95.5	8.0	96.0
» 02881	59.5	37.0	77.0	96.0	3.8	84.0
» 02934	—	57.0	71.0	—	31.5	99.5
» 02970	75.0	19.0	75.7	90.5	11.5	89.5
» 03146	61.5	32.5	40.3	92.5	7.0	68.8
» 0341	84.5	14.5	50.0	88.5	12.0	76.0
» 03455	22.5	66.5	32.0	77.3	21.5	68.0
» 0349	57.5	29.0	49.5	86.3	11.3	88.0
» 07405	31.3	53.0	64.5	47.3	51.8	59.3
» 08604	50.3	40.5	41.5	68.0	29.5	75.0
Keskimäärin — *Average*	**63.2**	**32.6**	**59.2**	**85.8**	**15.3**	**81.5**

	F	Merkitsevä ero — *Significant difference*
Taudin vaikutus itävyyteen — *Effect of shrinking on germination*	38.82***	9.9
Lajikkeiden itävyys — *Germination of varieties*	4.03**	
Taudin vaikutus orastumiseen — *Effect of shrinking on tillering*	101.00***	20.1
Lajikkeiden orastuminen — *Tillering of varieties*	6.57***	

Taulukon 6 mukaan oli kahujyvien (2. ja 3. ryhmä) itävyys keskimäärin 70 % terveiden jyvien itävyydestä. Samalla oli homeisuus kahujyvissä noin kaksi kertaa terveiden jyvien homeisuutta suurempi. Homeisuuden ja itävyyden keskinen negatiivinen korrelaatio kahu- ja normaalijyvissä osoittautuikin melko varmaksi ($r = -0.878 \pm 0.028$). Tämä havaitaan myös piirroksesta (kuva 6), johon pisteillä on merkitty homeisuus- ja itävyysprosentit ja risteillä homeisuus- ja orastumisprosentit. Homeisuuden ja orastumisen kesken ei varmaa korrelaatiota ilmennyt ($r = -0.198 \pm 0.117$), mikä voi johtua siitä, että siemenen orastumiskykyyn vaikuttaa suurelta osalta siinä olevan vararavinnon määrä ja että kahujyväinen aineisto on laadultaan varsin kirjavaa.

Idätyskokeissa oli kahutähkäisestä vehnästä saatujen jyvien itävyys sitä alhaisempi, kuta kurttuisempia ja homeisempia jyvät olivat. Vehnänjyvän alkio kehittyy PERCIVALin (1921) mukaan elinkelpoiseksi jo verraten



Kuva 6. Kahutähkäisestä vehnästä saadun jyväsadon itävyyden ja homeisuuden (°) sekä orastumisen ja homeisuuden (+) keskinen vuorosuhde (taulukko 6).

Figure 6. Interaction of germination and moldiness (°) and tillering and moldiness (+) in grain of spring wheat showing shrivelheads (table 6).

aikaisin niin, että jyvä jo maitotuleentumisasteella saattaa itää. Sen vuoksi oli ajateltavissa, että kahujyvienkin alkiot enimmäkseen ovat kehittyneet itämiskykyisiksi, mutta että niiden alhainen itävyys johtuu pääasiassa homeista. Homesienien runsaus kahujyvissä onkin silmiinpistävää ja se johtuu osaltaan jyvien sekä kahutähkien heikentyneestä vastustuskyvystä. Näistä syistä oli ajateltavissa, että kahujyvien itävyyttä voidaan parantaa peittauksella. Kysymyksen selvittämiseksi tehtiin itävyys- ja orastumiskoe peitatulla ja peittaamattomalla, Pohjanmaalta saadulla (tila 141) Tammi-vehnällä. Siemen oli lajiteltu kolmeen kurttuisuusryhmään ja peitattu Ceresanilla (New Improved, sis. 5 % etyylimerkurifosfaattia), jota käytettiin 2 g/l kg vastaava määrä. Tulokset esitetään taulukossa 7.

Tuloksien mukaan näytti peittaus edistävän pienimpien kahujyvien (3. ryhmä) orastumiskykyä, joskaan ero ei ole varma. Sen sijaan muihin kurttuisuusryhmiin kuuluvien jyvien itävyyttä ja orastumista peittaus ei

Taulukko 7. Peittaamattoman ja peitatun Tammi-vehnän itävyys ja orastuminen eri kurttuisuusryhmissä v. 1951.

Table 7. Germination and tillering of undressed and dressed wheat, variety Tammi, in the three groups of shrivelling, in 1951.

Ryhmä *Group*	Peittaamaton — *Undressed*			Peitattu — *Dressed*		
	Itävyys *Germination* %	Orastuminen *Tillering* %	Homeisuus *Blighted seeds* %	Itävyys *Germination* %	Orastuminen *Tillering* %	Homeisuus *Blighted seeds* %
1	78.5	83.5	6.0	84.5	84.5	1.5
2	83.0	69.5	12.0	73.5	68.5	3.0
3	24.5	26.0	48.5	35.5	37.0	10.0

	F	Merkitsevä ero — *Significant difference*
Peittauksen vaikutus itävyyteen — *Effect of dressing on germination* ..	<1	
Ryhmien itävyys — *Germination of groups*	121.89***	15.6
Peittauksen vaikutus orastumiseen — *Effect of dressing on tillering* ..	1.34	
Ryhmien orastuminen — *Tillering of groups*	97.50***	7.8

edistänyt huolimatta homeisuuden vähenemisestä. Tämän nojalla on pääteltävissä, että kahutähkäisestä vehnästä saadun sadon alhainen itävyys ja orastuminen usein johtuu kahujyvien epänormaalista rakenteesta ja koostumuksesta eikä homeiden aiheuttamasta itujen tuhoutumisesta; mikäli homesienet ovat syynä jyvien itämiskyvyn heikkouteen, ne ovat ilmeisesti vaikuttaneet jyviin haitallisesti jo sadon tuleentuessa tai sitäkin aikaisemmin.

C. Kemiallinen koostumus ja leivinominaisuudet.

a. Valkuaispitoisuus. Vehnänvalkuaisessa, joka tärkeältä osalta vaikuttaa vehnän leivinkelpoisuuteen, on kaksi aineosaa, gliadiini ja gluteeni, joiden lisäksi siinä on vesiliukoisia valkuaisaineita sekä pieniä määriä lipoideja ja fosfatideja. Valkuaisen kokonaismäärää pidetään useissa maissa, mm. Kanadassa, Ruotsissa ja U.S.A.:ssa vehnän monipuolista käyttöä ja hyvää jauhatustulosta silmälläpitäen yhtenä tärkeimmistä ominaisuuksista, ja se voidaan ilmaista joko puhtaana valkuaisena tai raakaproteiinina (Swen 1940). Schindlerin (1923) mukaan vehnänjyvät sisältävät keskimäärin 14.1 % typellisiä aineita kuiva-aineesta. Vavilov (1950) taas mainitsee vehnän valkuaispitoisuuden erilaiseksi eri seuduilla Venäjällä. Se on suurimmillaan Kaakkois-Euroopassa (18—19 %), Kaukasiassa (16.5—18.5 %) ja Länsi-Siperiassa (16.3—18.4 %), jossa vallitsee pysyvä manner-ilmasto, ja vähenee siirryttäessä meri-ilmaston alueille.

Kahutähkäisistä kasveista saatujen jyvien paino on, kuten osoitettiin, normaalijyvien painoa huomattavasti pienempi. Kun vehnänjyvän tärkeimmät ravintoaineet ovat valkuaisaine ja tärkkelys, oli aihetta selvittää näiden aineiden määrät kahujyvissä ja samasta kasvustosta saaduissa nor-

maalijyvissä. Sitä varten määritettiin jyvien valkuaispitoisuudet raakavalkuaisena KJELDAHL-polttomenetelmää käyttäen 1 g:n suuruisista näytteistä, jotka otettiin Ylistarossa v. 1946 kasvaneesta Tammi-vehnästä sekä eri puolilta Etelä-Pohjanmaata v. 1951 kerätyistä satonäytteistä. Kukin määritys suoritettiin 1., 2. ja 3. kurttuisuusryhmään kuuluvista jyvistä kolmena rinnakkaismäärityksenä (I, II ja III). Taulukossa 8 esitetään näytteiden kuiva-ainepitoisuudet, jyväluvut g:aa kohden sekä raakavalkuaismäärät v. 1946 kasvaneessa Tammi-vehnässä.

Taulukko 8. Ylistarossa v. 1946 kasvaneen Tammi-vehnän kuiva-aine- ja raakaproteiinipitoisuudet.

Table 8. Dry matter and total protein content of grains of spring wheat (variety Tammi) grown in Ylistaro, 1946.

Kurttuisuusryhmä *Group of shrivelling*	Kuiva-ainetta % *Dry matter* %	Jyväluku 1 g:ssa *Grains per 1 g.*			Raakaproteiinia % kuiva-aineesta *Total protein % in dry matter*			
		I	II	III	I	II	III	Keskimäärin *Mean*
1	87.9	28	28	28	16.92	16.59	16.99	16.83
2	88.4	62	51	57	19.24	20.14	20.21	19.86
3	90.1	66	64	66	20.54	19.83	20.00	20.12

V. 1951 kasvaneesta kevätvehnästä määritetyt raakaproteiinipitoisuudet esitetään taulukossa 9.

Taulukko 9. Etelä-Pohjanmaalla kasvaneesta kahutähkäisestä kevätvehnästä saadun jyväsadon raakaproteiinipitoisuus v. 1951.

Table 9. Total protein content of yields from spring wheat showing shrivelheads, grown in South Pohjanmaa, 1951.

Lajike *Variety*	Tila n:o (ks. liite 1) *Farm no. (see appendix 1)*	Kahutähkiä % *Shrivelheads* %	Raakaproteiinia % kuiva-aineesta *Total protein % in dry matter*	Raakaproteiinia jyvää kohden eri kurttuisuusryhmissä mg *Total protein per grain in different groups of shrivelling mg.*		
				1	2	3
Apu	159	41.4	10.77	2.64	2.14	1.33
»	»	72.7a [1])	17.36	3.52	3.58	1.86
»	»	» b	16.64	3.66	3.30	1.84
»	»	» c	17.84	3.70	3.33	2.10
Tammi	»	40.0	13.04	3.10	2.77	2.08
»	152	29.9a [1])	14.25	4.32	3.46	2.24
»	»	» b	14.69	5.00	4.32	2.46
»	»	» c	16.07	4.88	4.28	2.38
Timantti I ..	154	0	9.42	2.47	1.94	—
» ..	157	38.5	13.89	3.10	2.34	1.56
» ..	160	34.3	12.18	2.84	2.38	1.55
Keskimäärin — *Average*				**3.57**	**3.08**	**1.94**

[1]) Vrt. alaviitta sivulla 20. — [1]) *Cf. note on page 20.*

Taulukossa 9 esitettyjen tulosten perusteella voidaan laskemalla arvioida, edellyttäen, että 1. ryhmän jyvät olivat terveitä, normaalisti kehittyneitä ja täysipainoisia, että valkuaisainetappio kutakin 3. ryhmään joutunutta jyvää kohden keskimäärin oli 46 %. Vastaava tappio lievästi rypistyneissä jyvissä (2. ryhmä) oli 14 %. Selostetuissa kokeissa oli puidun sadon valkuaispitoisuus sitä korkeampi, kuta pahemmin jyvät olivat turmeltuneita (taulukko 9). Niinpä oli alhaisin valkuaispitoisuus (9.42 %) täysin terveestä, hyvin kasvaneesta kasvustosta saadussa viljassa ja korkein (17.84 %) pahimmin kahujyväisessä myöhään korjatussa sadossa. Tämä saattaa johtua siitä, että turmeltuneissa jyvissä tärkkelys- ja valkuaissolukot ovat surkastuneet (siv. 17) ja tärkkelyksen määrä vähäinen (ks. seur.).

b. Tärkkelyspitoisuus. Tärkkelysmääritykset suoritettiin EVERSin polarisaatiomenetelmän mukaan siten, että 2.5 g hienoksi jauhettua näyte-erää käsiteltiin 50 cm³:llä HCl, jolloin tärkkelys muuttui rypälesokeriksi, tämän polarisoiva vaikutus tutkittiin ja saadusta polarisaatiokulmasta laskettiin tärkkelyksen määrä (NEUMANN 1929). Alustavat määritykset tehtiin saman vehnäerän eri kurttuisuusryhmiin kuuluvista jyvistä kuin taulukon 8 esittämät analyysit. Tärkkelyspitoisuudet ilmaistuina %:ssa kuiva-aineesta ja mg:ssa jyvää kohden olivat tällöin

1.	ryhmässä	61.0 %,	jyvää	kohden	7.7	mg
2.	»	55.8 »	»	»	3.5	»
3.	»	47.9 »	»	»	2.6	»

Kussakin 3. ryhmään joutuneessa jyvässä oli tämän mukaan tärkkelystä keskimäärin 34 % ja 2. ryhmässä vastaavasti keskimäärin 45 % normaalijyvien tärkkelyksen määrästä.

Lisäksi suoritettiin tärkkelysmääritykset Ylistarosta (tila n:o 159, lajike Apu, maalaji mutasuoturve, kahutähkiä 72.7 %) ja Oravaisista (tila n:o 152, lajike Tammi, maalaji hienohiekka, kahutähkiä 29.9 %) saaduista satonäytteistä. Vertailun vuoksi määritettiin tärkkelyspitoisuudet myös Ylistarossa savimaalla kasvaneesta sadosta otetuista näytteistä. Tulokset näistä määrityksistä esitetään taulukossa 10.

Tulokset osoittavat, että kahujyvien tärkkelyksen määrä on pienempi kuin samassa kasvustossa normaalisti kehittyneiden jyvien. Puidun sadon tärkkelyksen ja kahutähkien määrissä (taulukko 10) sen sijaan ei havaita vuorosuhdetta. Tämä johtuu siitä, että ero terveiden ja kahujyvien tärkkelyksen määrissä ei ole suuri (asetelma siv. 27) ja että kahujyvien paino-osuus sadossa on verraten pieni. Kahutähkäisestä vehnästä puidun jyväsadon tärkkelyspitoisuus näyttää lisäksi riippuvan kasvuolosuhteista, sillä savimaalla kasvaneen vehnän jyväsadossa oli taulukon 10 mukaan enemmän tärkkelystä (61.9 %) kuin samalla tilalla (n:o 159) mutasuomaalla kasvaneessa (53.8—55.0 %).

Taulukko 10. Kahutähkäisestä kasvustosta saadun jyväsadon tärkkelyspitoisuus vuonna 1951.

Table 10. Starch content of spring wheat showing shrivelheads in 1951.

Lajike *Variety*	Kahutähkiä % *Shrivelheads* %	Tärkkelystä kuiva-aineesta % *Starch content in dry matter* %
Apu (Ylistaro)	41.4	58.9
» »	72.7a [1])	55.0
» »	» b	54.3
» »	» c	53.8
Tammi (Ylistaro) ...	40.0	61.9
» (Oravainen) .	29.9a [1])	59.9
» » .	» b	56.9
» » .	» c	57.4

c. M a l t o o s i l u k u. Vehnäjauhoista valmistetun taikinan annetaan eräässä leivontavaiheessa n o u s t a, millä tarkoitetaan prosessia, jossa tärkkelys muutetaan jyvän diastaasin avulla mallassokeriksi ja tämä alkoholikäymisen kautta CO_2:ksi ja etyylialkoholiksi. Diastaasin määrä sekä tärkkelyksen laatu määräävät käymisen voimakkuuden, ja tämä ilmaistaan määrittämällä maltoosipitoisuus käymistilassa olevasta taikinasta. Käymisessä muodostuvan maltoosin runsaus vaikuttaa leivän kiinteyteen sekä taikinan ja siitä saadun leivän makuun.

Maltoosiluvut määritettiin Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalla savimaalla kasvaneesta sekä mutasuoturvemaalla kasvaneesta ja eri aikoina korjatusta Apu-vehnästä saadusta sadosta. Tulokset esitetään taulukossa 11.

Taulukko 11. Itävyydet, homeisuudet ja maltoosiluvut eri aikoina korjatussa vehnässä.

Table 11. Germination, moldiness and maltose content of wheat harvested on different stages.

Korjuuaika *Harvest date*	Kahutähkiä % *Shrivelheads* %	Itävyys % *Germination* %	Homeisuus % *Moldiness* %	Maltoosiluku % *Maltose content* %
6.9	41.4	92.8	5.8	3.76
11.9	72.7	85.0	13.5	4.20
18.9	»	82.3	17.0	6.72
26.9	»	73.5	19.8	5.74

Määritys osoittaa, että maltoosiluku ja niin muodoin tärkkelyksen sokeroitumiskyky oli mutasuomaalla kasvaneessa, pahemmin kahutähkäisessä vehnässä hieman suurempi kuin savimaalla, jossa kahutähkiä oli vähemmän.

[1]) Vrt. alaviitta sivulla 20. — [1]) *Cf. note on page 20.*

Viljan tärkkelyksen herkkä sokeroituminen aiheuttaa sen, että leivästä tulee »likilaskuinen» ja sisältä kostea (vrt. Veijola 1949); tällä tavoin ilmeneekin viljelijäin kokemusten mukaan kahujyväisen vehnän laadun huonous sitä leivottaessa tai muulla tavoin ruokataloudessa käytettäessä.

d. Leivinkelpoisuus. Leivinkelpoisuus, joka riippuu monista jauhon kemiallisista ja fysikaalisista ominaisuuksista, määritetään erilaisin leivinkokein (Neumann 1929). Kahutähkäisestä vehnästä saadun sadon ominaisuuksien tutkimiseksi suoritettiin farinograafimääritykset 13 Etelä-Pohjanmaalta saadusta satonäytteestä. Näistä esitetään liitteessä 2 esimerkkeinä joitakin normaalifarinogrammeja. Käyrät osoittavat, että farinograafimäärityksessä ilmenevät laatuominaisuudet ovat kahutähkäisestä vehnästä saadussa sadossa lähes normaalit. Tällaisia ominaisuuksia ovat taikinan vedensitomiskyky, muodostumisaika, pysyvyys, kiinteys sekä pehmeneminen vaivattaessa. Mainittakoon, että kahujyväisen hallavehnän farinogrammit osoittavat huomattavaa laadun heikkoutta normaalisti kehittyneeseen vehnään verrattuna (Veijola 1949).

Varsinainen leivinkoe suoritettiin yhdestä vehnäkasvustosta saadusta satonäytteestä (lajike Apu, kahutähkäisyys-% 72.7, tila 159). Näin leivotun leivän tilavuus oli 475 ml/100 g ja huokoisuus varsin huono. Leivän keskessä oli suuri tyhjä ontelo, ja leivän alaosa oli tiivis, limainen ja kostea. Mainitut ilmiöt osoittavat suurta sokeripitoisuutta sekä voimakasta käymistä.

D. Korjuuajan vaikutus kahutähkäisestä vehnästä saadun sadon laatuun.

Pohjanmaan ja Satakunnan maanviljelijät ovat sitä mieltä, että kahutähkäisestä vehnästä saadaan laadultaan parempi sato, jos vehnä korjataan maitotuleentumisasteella [1]) sen sijaan, että odotetaan viljan keltatuleentumista. Korjuun viivästyminen vaikuttaa tämän käsityksen mukaan erityisesti jauhojen väriin ja leipoutuvaisuuteen. Seikan selvittämiseksi järjestettiin v. 1951 korjuuaikakokeet Oravaisissa (tila n:o 152), jossa Tammi-vehnän kahutähkäisyys-% oli 29.9 sekä Ylistarossa (tila n:o 159), jossa Apu-vehnässä oli kahutähkiä 72.7 %. Molemmissa paikoissa suoritettiin kolme korjuuta koeruuduilla, joiden koko oli 0.15—0.25 ha vaihdellen saranleveyksien ja lohkojen muodon mukaan. Ensimmäinen korjuu tapahtui ennen kuin vehnä oli keltatuleentumisasteella, toinen korjuu keltatuleentumisasteella ja kolmas vehnän ollessa täysin tuleentunutta. Koeruuduilta punnittiin sadot, määritettiin jyväsadosta eri kurttuisuusryhmiin kuuluvien jyvien määrät %:ssa, 1 000:n jyvän painot koko sadosta ja eri kurttuisuusryhmissä, hehtolitrapainot, itävyydet, raakaproteiini-, tärkkelys- ja maltoosipitoisuudet sekä leivinominaisuudet normaalifarinograafimäärityksenä.

---

[1]) Terveen, normaalisti kehittyneen vehnän tuleentumisessa erotetaan silmävaraisesti neljä vaihetta: maitotuleentumis-, keltatuleentumis-, täysituleentumis- ja ylikypsyysvaihe.

Korjuuajalla on kokeiden mukaan merkitystä kahutähkäisestä vehnästä saadun sadon laatuun siten, että maitotuleentumisasteella korjattu vehnä saattaa olla parempaa kuin keltatuleentumisasteella tai sitä myöhemmin korjattu vehnä. Niinpä oli korjuuaikakokeissa sadon tärkkelyspitoisuus (taulukko 10) hieman korkeampi aikaisin korjatussa Apu- ja Tammi-vehnässä alentuen korjuun siirtyessä myöhemmäksi. Mainituissa tapauksissa aiheutti korjuun viivästyminen myös jyvien itävyyden alenemista, homeisuuden lisääntymistä sekä jonkin verran tärkkelyksen sokeroitumisen lisääntymistä (taulukko 11). Sen sijaan sadon lajitteluasteeseen, 1 000:n jyvän painoon, hehtolitrapainoon ja raakaproteiinipitoisuuteen ei korjuuajalla ollut vaikutusta.

Selostettujen tutkimusten mukaan on kahutähkäisyydelle ominaista, että vialliset tähkät ovat muodoltaan suippoja, usein hieman kaartuvia sekä lyhyempiä ja ohuempia kuin normaalisti kehittyneet tähkät. Tähkylät niissä ovat tähkien tuleennuttua pystyasennossa, tähkälapakkoa vasten painautuneina. Normaalitähkien tähkylät sen sijaan harittavat sivulle tehden tähkät täyteläisen näköisiksi ja keskeltä usein paksummiksi kuin molemmista päistä. Kahutähkien pituuden ja paksuuden kesken ei todettu korrelaatiota, kun sitä vastoin normaalisti kehittyneissä tähkissä vallitsee positiivinen korrelaatio pituuden ja paksuuden kesken. Tutkituissa kahutähkissä oli keskimäärin 11.6 tähkylää ja 12.4 jyvää, normaalitähkissä 13.7 ja 22.7. Ennenaikaisesta tuleentumisesta johtuva jyväsadon vähennys tähkää kohden oli tällöin 74 %. Pahimmin kurttuisten kahujyvien poikkileikkaus on usein kolmihaarainen (kuva 4 d), ja niissä ovat tärkkelys- ja valkuaissolukot usein surkastuneet rosoiseksi kerrokseksi. Kahujyvien 1 000:n jyvän paino oli keskimäärin 47.8 % normaalisti kehittyneiden jyvien painosta. Kahutähkäisestä vehnästä puidussa sadossa oli tutkituissa tapauksissa keskimäärin vain 78 % terveitä 1. ryhmän jyviä, mistä voidaan päätellä, että suuri osa kahujyvistä jää puitaessa viljaan. Kahujyvät itävät ja orastuvat noin 30 % huonommin, kuin samasta vehnästä saadut normaalijyvät. Peittaus ei parantanut kahujyvien itävyyttä. Mikäli homeet ovat syynä kahujyvien heikkoon itävyyteen, ne ovat turmelleet jyviä jo ennen täysituleentumista. Kahujyvien valkuaisen sekä tärkkelyksen määrät ovat pienemmät, kuin normaalisti kehittyneissä jyvissä. Valkuaisen suhteellinen (%:ssa lausuttu) määrä puidussa sadossa oli sitä korkeampi kuta enemmän kahutähkiä oli kasvuaikana. Puidun sadon tärkkelyksen määrään ei kahutähkien runsaus vaikuttanut. Tärkkelyksen sokeroituminen näytti kahujyvien vuoksi olevan normaalia herkempää silloin, kun sadonkorjuu oli viivästynyt maitotuleentumisastetta myöhemmäksi. Herkästä sokeroitumisesta johtuu jauhoista leivotun leivän huono laatu ja liiallinen kosteus. Korjuun viivästyminen aiheuttaa myös siemensadon itävyyden alenemista sekä homeisuuden lisääntymistä.

III. Kahutähkäisyyden syyt.

Vehnänjyvän normaalissa kehityksessä on olennaista sokerin polymerisoituminen tärkkelykseksi sekä aminohappojen ja proteiinien muuttuminen vehnänvalkuaiseksi. Näihin reaktioihin liittyvät muutokset jyvän vesipitoisuudessa sekä kasvin CO_2-assimilaatiossa (PERCIVAL 1921, PIETTRE 1934). Milloin kypsyminen hidastuu tai kiihtyy epänormaalisti, on seurauksena tavallisuudesta poikkeava jyvänrakenne, ja tuleentuneen jyvän tilavuus ja paino, samoin kuin valkuais- ja tärkkelyspitoisuus jää normaalia alhaisemmaksi (BALDACCI & CIFERRI 1944). Jyvän kehitys voi keskeytyä monien erilaisten tekijöiden vaikutuksesta. Seuraavassa selostetaan kirjallisuuteen nojautuen eräiden abioottisten sekä bioottisten tekijöiden aiheuttamaa kahutähkäisyyttä sekä näiden vaikutusta vehnäsadon määrään ja laatuun. Tällöin kiinnitetään huomio myös valkotähkäisyyttä aiheuttaviin tekijöihin, koska nämä kukinnan jälkeen vaikuttaessaan voivat aiheuttaa sellaista jyvien surkastumista, joka on ominaista kahutähkäisyydelle (vrt. sivu 10).

ISENBECKin ja v. ROSENSTIELin (1950) mukaan ei jatkuva, koko kasvukauden kestävä kuivuus vaikuta vehnän 1 000:n jyvän painoon. Kukinnan aikana sattuva äkillinen kuivuus sen sijaan häiritsee tähkän ja jyvän kehitystä aiheuttaen jyvien kasvun keskeytymistä (WICHMANN 1942). Tällöin voi kuivuus turmella myös kukanosia ja aiheuttaa vaillinaista hedelmöittymistä, mistä on seurauksena normaaliin verrattuna alhainen jyväluku. Varsinkin tähkimisen aikana ja maitotuleentumisasteella sattuva kuivuus voi olla syynä tähkien ja jyvien vajaamittaisuuteen (AAMODT & JOHNSTON 1936, BALDACCI & CIFERRI 1944). VEIJOLAN (1949) ja KITUSEN (1949) tutkimuksissa todettiin hallan vioittama sekä liian aikaisin korjattu vehnä kurttuiseksi ja normaalia keveämmäksi. Vuonna 1949 oli niiden mukaan hallan vioittaman kevätvehnän 1 000:n jyvän paino Suomessa monissa tapauksissa vain 50—60 % normaalijyvien painosta. Kahu- tai valkotähkäisyyteen saattaa toisinaan olla syynä myös valon sekä ravinteiden (esim. kuparin) puute (POHJAKALLIO 1936, WALLACE 1950).

KIESSELBACH ja HELM (1917) totesivat mustaruosteen (*Puccinia graminis* PERS.) aiheuttavan kahutähkäisyyden kaltaista vikaa. Ruosteisissa

yksilöissä kehittyneiden jyvien 1 000:n jyvän paino oli 66 % normaalijyvien painosta, ja niiden itävyys keskimäärin 87.1 %, kun täysin kehittyneet jyvät itivät 100 %:sesti. LEHMANN, KUMMER ja DANNEMANN (1937) mainitsevat mustaruosteen vioittamien kasvien jyvien olevan normaalisti kehittyneiden kasvien jyviä kevyempiä; 1 000:n jyvän painot suhtautuivat heidän mukaansa toisiinsa kuten 3 : 4. Myös MEAD (1939) on todennut mustaruosteen turmelemien jyvien keskimääräisen 1 000:n jyvän painon alhaiseksi, vain 37 %:ksi normaalijyvien painosta. Pahimpana ilmeni taudin vaikutus siemenvalkuaisessa. Alkiot sitä vastoin olivat täysin kehittyneitä, minkä vuoksi viallisten jyvien itävyys oli lähes normaali. YLIMÄKI (1947) on osoittanut, että Suomessa mustaruosteen turmelemassa vehnäsadossa 1 000:n jyvän paino on sitä alhaisempi kuta voimakkaampi tautisaastunta. Jyvien itävyys on lähes normaali, mutta orastuminen jyvien vähäisen vararavintomäärän vuoksi heikkoa. PESOLA (1927) on todennut, että keltaruoste (*Puccinia glumarum* [SCHM.] ERIKSS. & HENN.) aiheuttaa satotappioita vehnässä, jotka johtuvat normaalia alemmasta tähkän jyväluvusta ja 1 000:n jyvän painosta. Myös vehnän ruskearuoste (*Puccinia triticina* ERIKSS.) voi olla syynä siihen, että tautisten kasvien jyvät ovat terveiden kasvien jyviä pienempiä ja sadot siitä syystä normaalia heikompia (WALDRON 1936).

Monet vehnän korrentyveä ja juurta vioittavat sienet keskeyttävät tai häiritsevät kasvin aineenvaihduntaa niin, että jyvät jäävät normaalia pienemmiksi tai kutistuvat edellä kuvatulla tavalla kahujyviksi. Tällaisia sieniä ovat *Cercosporella herpotrichoides* FRON (OORT 1933, GLYNNE, DION & WEIL 1945, GLYNNE 1946 a, b, GLYNNE & MOORE 1949, BOCKMANN 1950), *Helminthosporium sativum* P., K. & B., *Ophiobolus graminis* SACC. ja *Septoria nodorum* BERK. (NOACK 1932, WOLLENWEBER 1932, DICKSON 1947) sekä monet tyvi- ja tähkäfusariumit (ATANASOFF 1920, TU 1929, WOLLENWEBER 1932, EIDE 1935, ROEMER, FUCHS & ISENBECK 1938). Näistä tärkeimpien sienien aiheuttamia taudinoireita korressa sekä tähkässä käsitellään yksityiskohtaisesti sivuilla 36—38 ja 61.

Vilja- ja muiden heinäkasvien valko- tai kahutähkäisyyteen on syynä usein tuhoeläinten aiheuttama juuren, korren tai tähkän vioittuminen. Niinpä juurimadot (etupäässä *Agriotes obscurus* L. -lajin toukat) sekä turilaan (*Melolontha hippocastani* FABR.) toukat turmelevat viljanoraita nakertamalla niiden juuria; toisinaan ne vioittavat myös varttuneempien kasvien juuria, jolloin vioituksesta on seurauksena tähkän ja jyvien vaillinainen kehittyminen. Eräiden heinäkasveissa elävien kirppojen (mm. *Chaetocnema aridula* GYLL., *Ch. hortensis* GEOFFR., *Ch. Mannerheimi* GYLL. ja *Crepidodera ferruginea* SCOP.) toukat tunkeutuvat viljakasvien korren tyveen. Niiden aiheuttamasta vioituksesta johtuen korsi taittuu tai kasvin kehitys pysähtyy (BLUNCK 1932, SAALAS 1933).

H e s s i l ä i s s ä ä s k e n (*Mayetiola destructor* SAY) toukat elävät varttuneissa kasveissa lehtitupessa nakertaen vartta tavallisesti solmun kohdalta. Pahoin vioittuneet kasvit taittuvat tällöin vioituskohdasta; lievän tuhon seurauksena tähkät jäävät jyvättömiksi tai jyvät kehittyvät kurttuisiksi kahujyviksi (ROCKWOOD & REEHER 1933, SAALAS 1933). Suomessa ovat hessiläissääsken aiheuttamat tuhot olleet tähän mennessä jokseenkin vähäisiä. O l k i p i s t i ä i s e n (*Cephus* sp.) toukat elävät rukiissa, vehnässä ja ohrassa nakertaen korren sisäseinämää sekä solmuja, josta on seurauksena valko- tai kahutähkäisyyttä (RIES 1926). Suomessa ei olkipistiäistuhoja ole varmuudella todettu; REUTER (1900) on kuitenkin maininnut lajilleen määrittämättömän olkipistiäistoukan, joka aiheutti nurmiheinissä osittaista valkotähkäisyyttä. Vehnän kortta vioittavan kiilupistiäisen, *Harmolita tritici* FITCH, turmelemissa kasveissa on PHILLIPS (1920) todennut kurttuisia kahujyviä. CHAMBERLINin (1941) mukaan oli 1 000:n jyvän paino saman hyönteisen vioituksen vuoksi alentunut 11.2 %:lla terveiden kasvien jyväpainosta.

K a h u k ä r p ä s e n (*Oscinis frit* L.) toukat aiheuttavat monenlaista tuhoa syys- ja kevätviljoissa. Syysviljan oraissa talvehtineista toukista kehittyneet aikuiset munivat kevätviljan, etenkin kauran ja ohran oraisiin. Toinen kärpäspolvi kehittyy keskikesällä ja munii tällöin kauran, kevätvehnän ja ohran ylimmille lehdille. Munista kehittyvät toukat työntyvät lehtituppeen ja vioittavat siellä tähkää, tai milloin tähkä jo on kasvanut esiin lehtitupesta, korren mehevää osaa ylimmän solmun yläpuolelta. Korren vioittuminen aiheuttaa usein kokonaisvalkotähkäisyyttä; milloin taas toukat nakertavat tähkää lehtitupessa, on seurauksena osittaisvalkotähkäisyyttä. Jyvien sisässä eläessään toukat nakertavat ne ontoiksi kahujyviksi (LISTO 1926). K i r s i k ä r p ä n e n (*Hylemyia coarctata* FALL.), k u u t ä p l ä k ä r p ä n e n (*Eumerus strigatus* FABR.), s a r v i k a h u k ä r p ä n e n (*Elachiptera cornuta* FALL.) sekä v a l k o t ä h k ä k ä r p ä n e n (*Meromyza saltatrix* L. var. *cerealium* REUTER) vioittavat vehnää ja kauraa samalla tavalla kuin kahukärpäsen kesäsukupolvi, nakertamalla ja imemällä lehtitupessa olevaa tähkää taikka pehmeätä tähkänvartta. Vehnässä ja ohrassa esiintyy usein k ä ä p i ö o h r a k ä r p ä s e n (*Chlorops pumilionis* BJERK.) toukan aiheuttamaa tähkän toispuolista surkastumista. Toukka tunkeutuu kuoriuduttuaan ylimpään lehtituppeen ja nakertaa tähkänaihetta ja tähkänvartta, minkä vuoksi tähkä osittain tai kokonaan tuhoutuu (BRAUN & RIEHM 1940). V a l k o t ä h k ä y ö k k ö s e n (*Hadena secalis* L.) toukka »solmumato» aiheuttaa rukiissa ja vehnässä sekä nurmipuntarpäässä ym. nurmiheinälajeissa orastuhoja. Tähkimisen aikana toukka elää usein ylimmässä lehtitupessa, jossa se nakertaa joko tähkänaihetta tai tähkänvartta, jolloin tähkä vaalenee ja vedettäessä irtoaa helposti. Valkotähkäyökkönen on esiintynyt Suomessa yleisenä ja toisinaan varsin tuhoisana maan kaakkoisosissa (LINNANIEMI 1914, SAALAS 1933).

5 7639—53

T ä h k ä s ä ä s k i (*Clinodiplosis aurantiaca* WAGN.) munii rukiin kukinta-aikana rukiin ja vehnän tähkiin, joissa toukat elävät turmellen jyvien aiheet. Tähkät pilaantuvat tästä syystä joko osittain tai kokonaan (LINDBLOM & MÜHLOW 1932). V e h n ä s ä ä s k e n (*Contarinia tritici* KIRBY) tuhot kevät- ja syysvehnässä ovat samankaltaiset, ja laji aiheuttaa syysvehnässä toisinaan kahutähkäisyyttä. K a s k a i d e n (mm. *Deltocephalus striatus* L.) tuhot ilmenevät useimmiten pääverson surkastumisena ja kasvin pensastumisena; kukinnan jälkeen tapahtuvan vioituksen seurauksena toisinaan tähkä tai röyhy jää jyvättömäksi taikka siinä kehittyy kurttuisia kahujyviä (JOHANSSON 1953).

Viljakasvien tuholaisista ovat r i p s i ä i s e t tärkeimpiä valkotähkäisyyden ja kahujyväisyyden aiheuttajia. Pahimman tuhonsa ne aiheuttavat eläessään ylimmän lehtitupen sisässä ja imiessään siellä tähkänaihetta sekä tähkänvartta. Tällöin osa tähkylöitä saattaa muuttua vaaleiksi haiveniksi tai suikaleiksi, taikka tähkä kokonaisuudessaan surkastuu valkotähkäksi. Tähkän tullessa esiin ripsiäisten toukat elävät tähkylöiden välissä vioittaen tähkylänperiä, sikiäimiä ja jyvänaiheita (HUKKINEN 1917, 1934). Rukiissa sekä toisinaan muissakin viljalajeissa elävä viljaripsiäinen (*Limothrips denticornis* HALID.) aiheuttaa jo varhain keväällä imentävioitusta oraissa sekä vioittaa myöhemmin tähkänaihetta ylimmässä lehtitupessa (REUTER 1900, 1902). Kauraripsiäinen (*Frankliniella tenuicornis* Uz.) suosii pääasiassa ohraa ja ruista sekä yleisesti myös kauraa ja kevätvehnää, joissa se aiheuttaa vaaleita lehtilaikkuja ja tähkylöiden surkastumista. Tähkylöiden surkastuminen on yleisintä 4- ja 6-rivisissä ohrissa sekä kevätvehnässä, joissa vika usein on ripsiäistoukkien aiheuttamaa (KANERVO 1950). Heinäkasveissa elävistä ripsiäisistä on kahuripsiäinen (*Haplothrips aculeatus* FABR.) yleisin. Ruotsissa tehtyjen havaintojen mukaan se ilmaantuu keväällä jo toukokuussa ja esiintyy rukiin oraassa runsaana kesäkuun puolivälissä. Toinen sukupolvi ilmaantuu heinäkuun lopulla pääasiassa kevätvehnään. Mieluisin ravintokasvi on ruis, mutta myös vehnässä ja kaurassa lajia tavataan toisinaan runsaasti. Kahuripsiäinen on kylmyyttä hyvin kestävä, mistä syystä se saattaa viihtyä maan pohjoisosissakin (JOHANSSON 1938).

Heinäkasvien kahu- ja valkotähkäisyyttä aiheuttavista tuhoeläimistä on vielä mainittava v a l k o t ä h k ä p u n k k i (*Pediculopsis graminum* REUTER). Se elää lehtitupen sisässä ylimmän tai sitä seuraavan solmun yläpuolella imien ja jyrsien kortta sen pehmeimmästä kohdasta. Tästä johtuen tähkä kokonaisuudessaan kutistuu ja käy vaaleaksi. Toisissa tapauksissa punkki käy tähkään käsiksi lehtitupessa ja aiheuttaa tällöin osittaista valkotähkäisyyttä. Viljalajeista ovat ohra, vehnä ja kaura sen tärkeimpiä ravintokasveja, ja nurmiheinissä se on tuhoisin valkotähkäisyyden aiheuttaja maassamme (REUTER 1900).

1. Tutkimusmenetelmät.

Kahutähkäisyyden torjuntakeinojen selvittämiseksi suoritin vuosina 1946—1953 lannoitus-, kylvöaika-, kylvösyvyys- ja kylvömääräkokeita. Kahutähkäisyyden syiden selvittämiseksi keräsin v. 1949 Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemilta Ylistarosta ja Ruukista sekä Keski-Pohjanmaan maamieskoululta Kannuksesta kevätvehnänäytteitä. V. 1950 ja 1952 pyysin maatalousneuvojilta eri osista Suomea näytteitä vehnäviljelyksiltä, joilla tautia havaittiin, sekä tietoja kahutähkäisyyden esiintymisestä asianomaisten neuvojien toiminta-alueella. Lisäksi pyysin näytteitä kaikilta koeasemilta sekä paikallisista kevätvehnän lajikekokeista. Annettujen ohjeiden mukaan oli kultakin peltolohkolta otettava 2—3 kohdasta valikoimatta noin 200 korren näyte-erä juurineen. 200 korren näyte-erä vastaa kaksin käsin otettua suurehkoa korsikimppua. Lajikekokeista otettiin kultakin koeruudulta noin 200 korren näytekimppu.

Näytteistä laskettiin kahutähkäisyysprosentit, ja jokainen korsi halkaistiin ja tarkastettiin preparointimikroskoopilla ulkoa ja sisältä. Tällöin tarkattiin sienten aiheuttamia vioituksia korren tyvessä ja eri nivelväleissä, sekä *Amblymerus graminum* -pistiäisen ja *Capsidae*-heimon luteiden esiintymistä eri nivelväleissä. Viimeksi mainitut hyönteiset ovat, kuten myöhemmin osoitetaan, tärkeitä *A. graminum*in esiintymistä määrääviä tekijöitä. Analysoiden tutkittiin sekä kahutähkäisiä että normaalitähkäisiä kasveja. Analyysituloksia seuraavissa taulukoissa esitettäessä on *C. herpotrichoides*-sienen sekä *A. graminum*-pistiäisen vioittamien kasviyksilöiden määrä ilmaistu %:na kahutähkäisistä kasveista lukuunottamatta taulukkoja 26, 28 ja 31, joissa se ilmaistaan %:na kaikista kasveista.

Vuosina 1951—1953 tutkittiin Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan maanviljelysseurojen sekä Österbottens svenska lantbrukssällskapin alueilla 90 vehnäviljelyksellä kahutähkäisyyden esiintymistä; tällöin tutkittiin kahutähkäisyyden voimakkuutta eri maalajeilla, erilaisissa kasvuolosuhteissa ja eri tavoin lannoitetuissa maissa sekä kasvinvuorottelun vaikutusta taudin esiintymiseen.

Vehnässä esiintyvien sienten tutkimiseksi suoritin analysoinnin yhteydessä eristyksiä seuraavin menetelmin. Sairaista kasveista otetut korrenkappaleet huuhdottiin vesijohtovedessä, kastettiin 0.1 % sublimaattiliuokseen, huuhdottiin steriloidussa vedessä ja annettiin olla 3—5 päivän ajan kostean imupaperin päällä petrinmaljassa. Tällöin kehittyvää rihmastoa siirrettiin koeputkiin kaura-agarille (eristystapa k). Näin meneteltiin silloin, kun korren pinnassa tai ontelossa ei ollut havaittavissa rihmastoa, mutta korsi oli todettu ruskehtavan värin tai laikkuisuuden perusteella saastuneeksi. Korren ulkopinnassa olevien sienten eristämiseksi otettiin platinaneulalla rihmastoa suoraan tutkittavassa korressa havaituista erivärisistä pisteistä, viiruista tai laikuista (eristystapa p). Useimmat eris-

tykset suoritettiin ROEMERin, FUCHSin ja ISENBECKin (1938) esittämällä tavalla siten, että laikullinen tai ruskettunut, ehjänä säilynyt korren nivelväli halkaistiin steriloidulla veitsellä ja sen sisässä olevaa rihmastoa otettiin agarille (eristystapa s). Tällä tavalla saatiin viljelykseen sellaisia sieniä, jotka olivat tunkeutuneet ehjän korrenseinämän läpi ja joiden joukossa oli primaarisia taudinaiheuttajia (vrt. MORITZ & BOCKMANN 1933). Lisäksi eivät saprofyyttiset sienet ja bakteerit näin eristettäessä tavallisesti häirinneet, mikä monien hitaasti kasvavien sienten (mm. *C. herpotrichoides*) suhteen onkin puhdasviljelyksen saamisen edellytyksenä. Näillä tavoilla suoritettiin kaikkiaan 315 eristystä, joista määritettiin seuraavat sienet (taulukko 12).

Taulukko 12. Vehnän korresta eristetyt sienilajit ja niistä saatujen puhdasviljelysten määrät eri tapoja käyttäen.

Table 12. Fungi isolated from wheat straw, and number of pure cultures isolated by different methods.

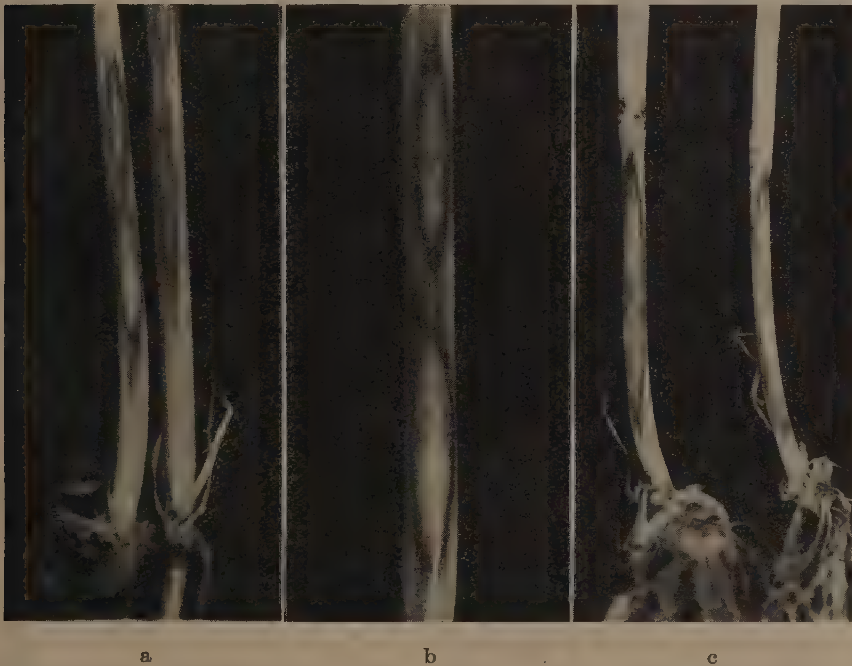
Sieni — *Fungus*	Eristystapa *Method of isolation*			Puhdasviljelyksiä kaikkiaan *Pure cultures, total*
	k	p	s	
Alternaria sp.	—	—	1	1
Aspergillus sp.	2	—	—	2
Botrytis cinerea PERS.	—	—	2	2
Cercosporella herpotrichoides FRON	3	—	77	80
Cladosporium herbarum LINK [1])	—	6	1	7
Fusarium avenaceum (FR.) SACC.	4	1	35	40
» *culmorum* (W. G. SM.) SACC.	7	—	25	32
» *equiseti* (CDA) SACC.	—	—	1	1
» *graminearum* SCHW.	—	—	1	1
» *scirpi* LAMB. & FAUTR.	—	—	2	2
» *scirpi* v. *filiferum* (PR.) WR.	—	—	1	1
Hormodendrum cladosporioides SACC.[1])	1	2	11	14
Mucor sp.	5	—	—	5
Penicillium sp.	2	6	3	11
Stemphylium sp.	—	1	11	12
Trichothecium sp.	2	—	3	5
Kaikkiaan — *Total*				**216**

Taulukossa mainittujen sienilajien lisäksi oli 47 eristyksessä steriliä rihmastoa tai bakteerien turmelemaa kasvustoa, josta ei sienisukuja voitu määrittää.

Korsiaineistoa analysoitaessa määritettiin primaarisen tyvitaudin aiheuttaja useimmiten oireiden perusteella. Lyhyesti kuvattuna ovat tärkeimpien tyvitautien symptomit vehnässä seuraavat. *Ophiobolus graminis* SACC. turmelee kasvien juuristoa sekä korren tyven, josta voi olla seurauksena

[1]) *Cladosporium* ja *Hormodendrum* -suvut on määritetty GILMANin (1945) esittämän jaoittelun mukaan.

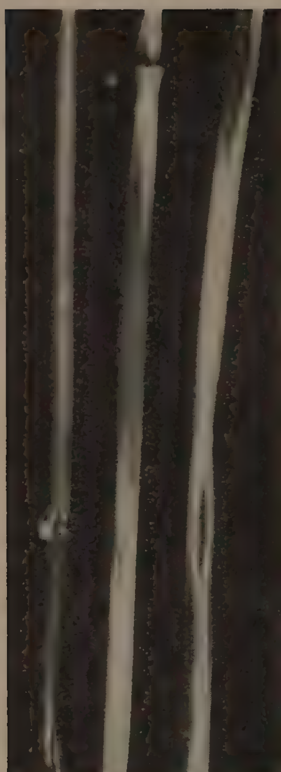
tähkien ennenaikainen tuleentuminen. Juurien turmeltumisesta johtuu, että sienen vioittamat kasvit irtaantuvat maasta helpommin kuin terveet, ja juuret ovat maasta nostettaessa kiinteän multakerroksen peitossa (RUSSELL 1936). *Cercosporella herpotrichoides* -sienen saastuttamien kasvien juuret sen sijaan ovat terveet ja normaalisti maahan kiinnittyneet (SCHAFFNIT 1933, BOCKMANN 1936, 1950). *O. graminiksen* vioittaman kasvin tyvi, juurenniska ja saastuneet juuret tummuvat; näiden kasvinosien pinnassa havaitaan ruskeata sienirihmastoa, minkä perusteella *Ophiobolus*-sienen aiheuttama tyvitauti onkin helposti tunnettavissa (NOACK 1932, BUTLER & JONES 1949). *C. herpotrichoideksen* rihmastoa tavataan korren sisässä harmaana kimppuna sekä lisäksi korren pinnassa mustina mikrosklerotioina (OORT 1936, ROEMER, FUCHS & ISENBECK 1938). Selvimpänä tuntomerkkinä *Cercosporella*-tyvitaudin toteamisessa ovat soikeat laikut korren tyviosassa (kuva 7), jollaisia *O. graminiksen* saastuttamaan korteen ei muodostu. Milloin *C. herpotrichioides*-sienen vioitus kasvissa on voimakasta ja sekundaariset sienet ovat täydentäneet tuhoa, on kasvin tyviosa



a b c

Kuva 7. Tyvilaikkuja kevätvehnän korressa. a. Nuoria ruskehtavia laikkuja korren tyviosassa; b. samat noin 3 kertaa suurennettuina; c. vanhoja laikkuja, jotka jo ympäröivät korren. a ja c 1/1. Orig.

Figure 7. Eyespots in straws of spring wheat. a. Small brownish spots; b. the same about 3 times enlarged; c. large spots surrounding the foot. a and c 1/1. Orig.



Kuva 8. Tyvilaikkuja kevätvehnän korressa. Vasemmalla taudin vuoksi kokonaan ruskettunut korren tyvi. 1/1. Orig.

Figure 8. Eyespots in straws of spring wheat. Left totally rotted foot 1/1. Orig.

ruskettunut ja mädäntynyt (kuva 8), eikä tällöin voida varmasti päätellä taudin primaarista aiheuttajaa (FOEX & ROSELLA 1930, MORITZ & BOCKMANN 1933, OORT 1933, 1936). Tällaisista kasveista on kirjoittaja joissakin tapauksissa eristänyt *C. herpotrichoides*-sientä; ruskettuneessa korressa esiintyessään tämä sieni kuitenkin usein peittyi hitaan kasvunsa vuoksi saprofyyttisten sienten sekaan. Mainittakoon, että *Ophiobolus graminis* -sienen eristämisessä ei viimeksi mainitun kaltaisia vaikeuksia ole; tämä sieni kasvaa 15° C:n lämpötilassa kolme ja 20—30° C:n lämpötilassa viisi kertaa nopeammin kuin *C. herpotrichoides* (OORT 1936). Sanotun perusteella on vehnänäytteitä analysoitaessa kiinnitetty huomio vain sellaisiin kasveihin, joiden juuret ovat terveet ja joiden tyvessä on havaittavissa selviä laikkuja. Mainittakoon, että myös *Rhizoctonia solani* KÜHN voi aiheuttaa viljakasvien korrentyven laikkuisuutta, mutta laikut ovat tässä tapauksessa vaaleampia ja teräväreunaisia eroten siten *C. herpotrichoides*-sienen aiheuttamista laikuista (GLYNNE 1946 b, BRUEHL 1951). *Fusarium*-lajien aiheuttamia tyvisymptomeja selostetaan sivulla 61.

Tyvitauteja aiheuttavia sieniä viljeltiin niiden ominaisuuksien tutkimiseksi Czapek'in ravintoalustalla (JOHANSEN 1940), 2 % glyseriiniagarilla, 5 % kaurajauhoagarilla, 5 % vehnäjauhoagarilla, 3 % mallasuuteagarilla, 2 % rypälesokeriagarilla sekä »Standard-Medium'illa» (N) [1]. Infektiokokeita varten viljeltiin sieniä ravintoalustalla, joka saatiin turvottamalla ohran ja vehnän jyväseosta (2 : 1) 1 vuorokauden ajan Erlenmayerpulloissa ja steriloimalla se 3 kertaa 1 vuorokauden väliajoin, kullakin kerralla 1 kg/cm² paineessa 20 minuutin ajan.

[1]) »Standard-Medium» (N) (MITTER 1929):

Glukoosia	2	gr
Perunatärkkelystä	10	»
Ammoniumtartraattia	2	»
K_3PO_4	1.25	»
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.75	»
Agaria	15	»
Vettä	1 000	cm³

2. *Cercosporella herpotrichoides* FRON ja sen ohella esiintyvät sienet.

Edellä mainituista, vehnänkorsista puhdasviljelyksinä saaduista sienilajeista on *C. herpotrichoides* FRON tunnettu primaarisena, voimakkaasti patogeenisena loisena (FOEX & ROSELLA 1930, SCHAFFNIT 1933, SPRAGUE 1934 a, FUCHS 1935, BOCKMANN 1936). Myös eräät *Fusarium*-lajit voivat aiheuttaa tyvitauteja (LINDFORS 1920, GREANEY & BAILEY 1927, WOLLENWEBER 1932, ROEMER, FUCHS & ISENBECK 1938, BENNETT 1939), useimmiten nämä kuitenkin esiintyvät sekundaarisina loisina tai saprofyytteinä primaaristen tyvitaudin aiheuttajien heikentämissä kasveissa jatkaen ja suurentaen tuhoa. Niitä *Fusarium*-lajeja, jotka *C. herpotrichoideksen* vioittamista kasveista on eristetty tätä tutkimusta suoritettaessa, käsitellään sivuilla 62—70.

A. *Cercosporella herpotrichoides* FRON.

FRON (1912) eristi Ranskassa tyvitaudin saastuttamasta vehnänkorresta sienen, jota hän luuli *Leptosphaeria herpotrichoides* de NOT. -lajin kuromamuodoksi, ja antoi sille nimen *Cercosporella herpotrichioides* FRON. Aluksi ei lajiin kiinnitetty sanottavasti huomiota. Ranskassa todettiin samoihin aikoihin, että eräs sieni »X», joka *in vitro* ei muodostanut konideja, saattaa aiheuttaa tyvivioitusta vehnässä (FOEX & ROSELLA 1929, 1930). Pian osoitettiin, että sieni »X» on sama kuin *Cercosporella herpotrichoides* (FOEX & ROSELLA 1931). FOEX & ROSELLA (1929) veivät FRONin (l. c.) määrittämän sienen aluksi sukuun *Cercospora*, ja vasta myöhemmin sukuun *Cercosporella*. FRONin antama lajinimi oli alkuaan *herpotrichioides*, jonka hän mainitsee vielä v. 1934 (FRON 1934), mutta seuraavana vuonna (FRON 1935) hän käyttää silloin jo vakiintunutta muotoa *herpotrichoides*. *C. herpotrichoideksen* ei ole toistaiseksi havaittu muodostavan koteloastetta, eikä sen yhteyttä *Leptosphaeria herpotrichoides* -sieneen ole osoitettu (SPRAGUE 1934 a, SPRAGUE & FELLOWS 1934). *C. herpotrichoideksen* aiheuttamaa tautia viljakasvien korren tyvessä nimitetään tässä tutkimuksessa oireiden perusteella t y v i l a i k u k s i (saks. *Halmbruchkrankheit* tai *Halmbreche*, engl. *eyespot* tai *Columbia basin foot rot*, ransk. *piétin verse*, holl. *oogvlekkenziekte*).

a. Levinneisyys.

Cercosporella herpotrichoides on, kuten edellä kävi ilmi, vasta verraten myöhään lajilleen määritetty, josta syystä monia aikaisempia tyvilaikkuesiintymiä on pidetty muiden sienten aiheuttamina. Niinpä on tautia jo v. 1878 nähtävästi esiintynyt Ranskassa ja v. 1899 Hollannissa, mutta Ranskassa mainittiin tauti silloin *Leptosphaeria herpotrichoides* -sienen, ja Hollannissa *Ophiobolus herpotrichuksen* aiheuttamaksi (OORT 1936). Vasta

vuoden 1931 jälkeen on tietoja sen esiintymisestä olemassa, ja tähän mennessä on lajia havaittu suhteellisen pienillä alueilla niissä maapallon osissa, joissa jaksottaiseen säänvaihteluun kuuluu viileä tai kylmä vuodenaika ja joita rajoittavat 40. pohjoinen ja eteläinen leveyspiiri (Imperial Mycological Institute 1945).

Pohjois-Amerikassa on *C. herpotrichoides*-sientä tavattu Kanadassa (Conners & Savile 1950) sekä U. S. A.:n luoteisvaltioissa Idahossa, Oregonissa ja Washingtonissa. Mainituissa U. S. A.:n valtioissa vuotuinen sademäärä vaihtelee 14:sta 25:een tuumaan (350:stä 625:een mm), ja syysvehnän kehitysajan (syys—kesäkuun) keskilämpö 4°:sta 7°:een C. Tänä aikana ei maanpinnan lämpötila kohoa 15° C korkeammalle (Sprague 1937). Vastakohtana toiselle vahingolliselle tyvitaudin aiheuttajalle, *Ophiobolus graminis* -sienelle, jota tavataan laajalti U. S. A.:ssa sekä monissa muissa maissa, esiintyy *C. herpotrichoides* U. S. A.:ssa vain pienessä osassa maan vehnävyöhykkeen länsireunaa.

Afrikassa ja *Australiassa* on tyvilaikkua tähän mennessä havaittu vain 40. pohjoista ja eteläistä leveysastetta lähimpänä olevissa osissa, nimittäin Afrikassa Tunisiassa ja Kapmaassa sekä Australiassa Glen Osmondissa ja Uudessa Seelannissa. Kapmaassa on Kaledonian ja Elsenburgin piirikunnissa (district), joissa tautia havaittiin ensi kerran v. 1933, vuotuinen sademäärä tavallisesti 14—24″ (350—600 mm), mikä on edellytyksenä tämän sienen voimakkaalle esiintymiselle (Gorter 1941). Australian mantereella havaittiin tyvilaikkua ensi kerran v. 1937, mutta on oletettavissa, että sitä on aikaisemminkin siellä esiintynyt, joskin kuivahkon ilmanalan vuoksi on tauti ollut lievää ja ehkä jäänyt huomaamatta (Adam 1940).

Euroopassa tavataan sientä tähän mennessä saatujen tietojen mukaan muihin maanosiin verrattuna laajimmalla yhtenäisellä alueella, joka ulottuu etelässä Pyreneitten vuoristoon, pohjoisessa Keski-Skandinaviaan ja idässä Puolan, Unkarin ja Italian länsirajoihin käsittäen siis suurimman osan Etelä-, Keski- ja Pohjois-Euroopan meri-ilmaston aluetta. R a n s k a s s a tunnetaan sieni vuodesta 1912 lähtien, ja se esiintyy siellä yleisenä (Fron 1912, 1934, 1935, Foex & Rosella 1929, 1930, 1931, Guyot 1932, Roux, Foex & Rosella 1934, Foex 1935, 1936). S a k s a s s a on tautia perusteellisesti tutkittu, ja se mainitaan siellä hyvien vehnämaiden vitsauksena (Moritz 1932, Schaffnit 1932, 1933, Moritz & Bockmann 1933, Bockmann 1934, 1935 a, b, 1936, 1940, 1950, Weigert & Weizel 1934, Gaul 1938). I t ä v a l l a s s a (Steiner 1935), S v e i t s i s s ä (Défago 1941, Koblet 1944) ja B e l g i a s s a (Marchal 1939) on tautia myös havaittu. H o l l a n n i s s a tavataan tautia kaikissa provinsseissa, eniten savi- ja hietamailla meren ja järvien ranta-alueilla (Oort 1933, 1936). E n g l a n n i s s a tavattiin tyvilaikun aiheuttaja syysvehnässä ensi kerran v. 1935 (Glynne 1936), jonka jälkeen sen merkitys varsinkin viljavaltaiseen maatalouteen siirtyneillä tiloilla Etelä-Englannissa (Glynne 1939, 1942, 1944) sekä Wale-

sissa ja Skotlannissa (Dennis 1944, Glynne 1946 a, Moore 1949) on ollut huomattava. Tanskassa ovat tyvitaudit vuodesta 1898 lähtien olleet tutkimuksen kohteena, ja *C. herpotrichoides*-sieni todettiin siellä ensi kerran v. 1934 (Nielsen & Weber 1935). Jo vuonna 1917 mainitaan Tanskassa *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not.[1]) -sienen aiheuttama tyvitauti (Lind, Rostrup & Kølpin Ravn 1917), joka kuvaukseltaan muistuttaa tyvilaikkua. Nykyisin on tyvilaikulla merkitystä varsinkin siellä, missä viljellään sekaviljaa tai noudatetaan viljavaltaista kasvinvuorottelua (Gram & Nielsen 1941). Norjassa mainitaan *C. herpotrichoides* ensi kerran v. 1934 (Sprague 1934 a), mutta siellä ei sillä kuitenkaan ole suurta merkitystä (Jørstad 1945). Ruotsissa tavattiin sieni ensimmäisen kerran samoin v. 1934 (Sprague l. c.); Nilsson-Ehle (1904) kuvaa tosin jo v. 1904 syysvehnässä taudin, joka oireiltaan muistuttaa tyvilaikkua. Taudin aiheuttajaksi mainittiin silloin *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not., jonka kotelopulloja todettiin marraskuussa vehnän sängessä. Kun nämä kaksi sientä saattavat esiintyä samanaikaisesti vehnässä, ja kun toisaalta *C. herpotrichoides* aikaisemmin katsottiin *Leptosphaerian* kuroma-asteeksi, on mahdollista, että Nilsson-Ehlen mainitsemassa tapauksessa on ollut kysymys *Cercosporella*-tyvitaudista (Simmonds 1941). Myöhemmin on tautia havaittu Itä-Götanmaalla jäykillä ja kylmillä mailla syys- ja kevätvehnässä (Björling 1948, Wahlin 1948, 1950). Myös rukiissa on havaittu tautia, joka muistuttaa *C. herpotrichoideksen* aiheuttamaa tyvitautia (Borg 1951). Lisäksi kirjoittaja totesi v. 1950 Norrlandissa Bodenin, Skellefteån ja Umeån seuduilla kevätvehnässä (lajikkeet Tammi ja Timantti I) runsaasti tyvilaikkua, josta oli seurauksena samantapaista kahutähkäisyyttä kuin Suomessa.

Suomessa on aikaisemmin kiinnitetty sangen vähän huomiota viljojen tyvitauteihin. Hilli (1933, 1939) on selostanut erilaisia tyvitauteja mainiten *Ophiobolus graminis* Sacc. -sienen vehnässä esiintyvänä tyviloisena, joka saastuttaa juuristovikaisia, huonosti talvehtineita tai maan kylmyydestä ja märkyydestä kärsineitä kasveja. *Fusarium*-lajeja, joiden toisinaan tiedetään aiheuttavan tyvitauteja, mainitsee Jamalainen (1943 a, b, 1944) eristettyään niitä kahutähkäisten vehnäyksilöiden korresta. *Cercosporella herpotrichoides* Fron -lajia sen sijaan ei maassamme ole aikaisemmin määritetty.

C. herpotrichoides on suorittamieni tutkimusten (taulukko 13; liite 1) mukaan meillä tärkeä tyvitaudin aiheuttaja kevätvehnässä ja ainoa tästä

---

[1]) *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not. aiheuttaa korren alimman solmuvälin ruskettumista ja taittumista varsinkin rukiissa sekä vehnässä, ohrassa ja kaurassa. Tämä sieni, samoinkuin *Cercosporella herpotrichoides*, aiheuttaa Noackin (1928) mukaan viljan lakoutumista, ja molemmat esiintyvät usein yhtäaikaisesti samassa kasvustossa. Aikaisemmin pidettiin *Leptosphaeria herpotrichoides* -sientä näistä kahdesta tärkeämpänä tyvitaudin aiheuttajana, mutta Sprague (1934 a) sekä Sprague ja Fellows (1934) ovat osoittaneet, että *Cercosporella herpotrichoides* on primaarinen loinen, sen sijaan *Leptosphaeria herpotrichoides* usein sekundaarinen, heikentyneiden kasvien turmelija.

kasvista tähän mennessä eristetty yksinomaan primaarinen tyviloinen. Niissä kahutähkäisyystapauksissa, joissa ei ollut kysymys fysiogeenisesta tai tuhoeläinten aiheuttamasta kasvien surkastumisesta, voitiinkin kasvien korren tyviosassa todeta *C. herpotrichoides*-sienen aiheuttamia laikkuja, ja useista tällaisista näytteistä eristettiin sieniä, jotka määritettiin ko. lajiin kuuluviksi.

Vuosina 1949—1952 tutkituista 523 vehnänäytteestä oli 459:ssä eli 88 %:ssa tyvilaikun oireita. Tautia on kevätvehnässä todettu 104 pitäjässä, joista Pohjanmaalla 53 pitäjässä, Satakunnassa 9, Varsinais-Suomessa 10, Hämeessä 10, Savossa 12 ja muualla Suomessa 10 pitäjässä. Taulukossa 13 on saadut näytteet ryhmitetty tyvilaikkusaastunnan voimakkuuden mukaan viiteen ryhmään ja ilmaistu eri osista maata saatujen näytteiden lukumäärät kussakin ryhmässä. Koeasemilta kerätyt näytteet eivät sisälly taulukossa esitettyihin lukuihin, koska tällöin sangen rajoitetulta alalta, yhdeltä ainoalta koekentältä otetut lukuisat näytteet vaikuttaisivat harhauttavasti taudin esiintymistä osoittaviin lukuihin maakunnassa.

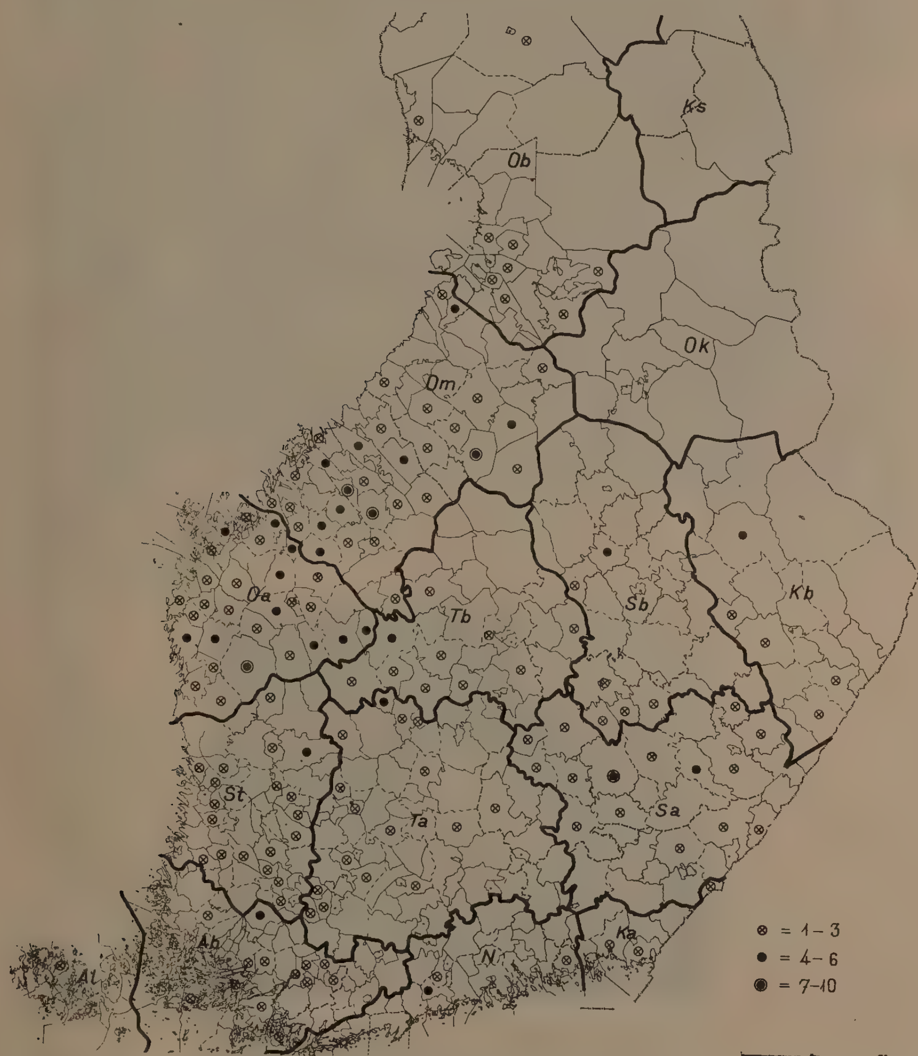
Taulukko 13 osoittaa, että *C. herpotrichoides*-sientä Suomessa esiintyy kaikissa osissa maata. Tutkituista vehnänäytteistä noin viides osa kuului ryhmään, jossa kahutähkäisistä kasveista 1—20 % oli tyvilaikun saastuttamia, ja noin puolet ryhmiin 21—50 ja 71—100 %. Keskimääräinen tautiprosentti otetuissa näytteissä oli suuressa osassa maata 35—45 %, Uudeltamaalta ja Varsinais-Suomesta saaduissa näytteissä alhaisempi ja Savossa sekä Karjalassa verraten korkea. Maamme etelärannikolta kootuissa näyt-

Taulukko 13. Eri osista maata saatujen kevätvehnänäytteiden määrät *C. herpotrichoides*-saastunnan mukaan ryhmitettyinä.

Table 13. Number of samples having different degree of infection by C. herpotrichoides.

Alue *Province*	Saastuneita korsia % *Straws infected by C. herpotrichoides %*										Näytteitä kaikkiaan kpl. *Total number of samples*	Saastuneita korsia keskim. % *Average straws infected %*
	0		1—20		21—50		51—70		71—100			
	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%		
Varsinais-Suomi (Ab)	12	57	5	23	2	10	2	10	0	0	21	11.8
Satakunta (St)	4	29	2	11	6	33	4	22	1	5	17	31.6
Etelä-Pohjanmaa (Oa) ..	13	14	18	19	27	29	14	15	22	23	94	45.1
Keski-Pohjanmaa (Om) .	4	5	21	29	16	22	13	18	19	26	73	47.0
Pohjois-Pohjanmaa (Ob) .	1	14	3	44	1	14	1	14	1	14	7	35.5
Uusimaa (N)	1	13	6	74	1	13	0	0	0	0	8	8.3
Etelä-Häme (Ta)	1	7	4	29	4	29	4	29	1	6	14	33.4
Pohjois-Häme (Tb)	2	25	2	25	1	12	0	0	3	38	8	39.7
Etelä-Karjala (Ka)......	0	0	2	33	1	17	1	17	2	33	6	48.5
Etelä-Savo (Sa)	1	6	1	6	10	58	3	12	10	18	25	57.4
Pohjois-Savo (Sb)	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100	4	93.0
Pohjois-Karjala (Kb) ...	1	11	1	11	0	0	1	11	6	67	9	67.9
Kaikkiaan — *Total*	**40**	**14.0**	**65**	22.7	**69**	**24.1**	**43**	**15.0**	**69**	**24.1**	**286**	**43.3**

teissä oli tyvilaikkuprosentti varsin alhainen. Keski- ja Itä-Suomesta on kerätty vain harvoja näytteitä, eikä niiden nojalla kuvaa sienen esiintymisestä näissä osissa maata voi saada, joissakin tapauksissa on voimakasta tyvilaikkusaastuntaa näilläkin alueilla todettu. Kuvassa 9 esitetään paikkakunnat, joista vuosina 1946—1953 on saatu tyvilaikun saastuttamia kevätvehnänäytteitä.



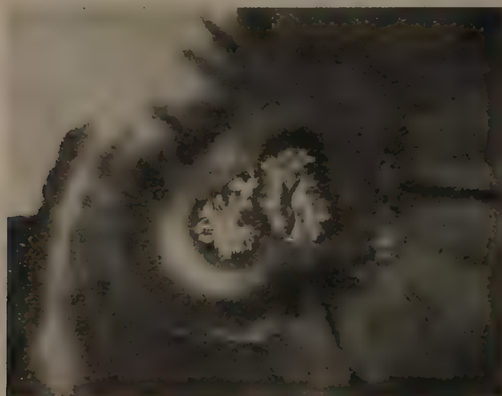
Kuva 9. Eri pitäjistä vuosina 1946—1953 kerättyjen kevätvehnänäytteiden lukumäärä, joissa todettiin tyvilaikkua.

Figure 9. Number of spring wheat samples from different provinces, in 1946—1953, showing eyespot.

b. Rakenne ja kasvutapa.

Sprague (1931) ja Schaffnit (1933) ovat aikaisemmin esittäneet *C. herpotrichoides*-sienen kuvauksen. Edellinen tutkija mainitsee kuromat kaksi-monisoluisiksi (enimmäkseen 5—7 solua) ja niiden mitoiksi 1.5—3.5 × 30—80 μ (pituus enimmäkseen 40—60 μ). Jälkimmäisen tutkijan mukaan kuromat ovat keskimäärin 2—3 μ paksuisia ja 10—105 μ (enimmäkseen 50—70 μ) pituisia. Kirjoittajan suorittamat kuromamittaukset antoivat edellisten kanssa yhtäpitäviä tuloksia. Kirjallisuuden sekä eristettyjen sieni-isolaattien perusteella esitetään seuraava sienen kuvaus.

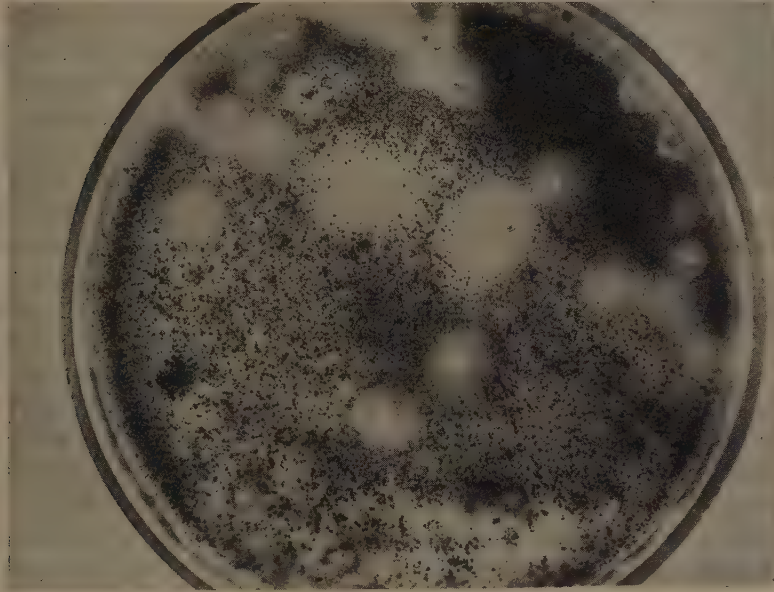
C. herpotrichoides-sieni kasvattaa kahdenlaista rihmastoa, vegetatiivista ja stromaattista. Vegetatiivinen rihmasto on nopeasti kasvavaa, aluksi väritöntä, myöhemmin kellertävää, harmaata tai oliivinruskeata, lieriömäisten solujen muodostamaa ja noin 2 μ:n paksuista; tämä tunkeutuu isäntäkasvissa solujen väliin ja niiden sisään, muodostaa kasvualustalla tiheän, harmahtavan, nuppimaisen rihmastokimpun sekä myöhemmin elatusaineeseen tunkeutuvia rihmoja ja pitkin alustan pintaa kasvavan tai tuuhean ilmarihmaston. Stromaattinen rihmasto on paksuseinäisten, ruskehtavien, ± pyöreiden solujen muodostamaa ja esiintyy kasvinsolujen sisässä sekä tyvilaikkujen pinnalla tummana, miltei mustana mikrosklerotioiden kaltaisena karstana. Vegetatiivisen rihmaston väri ja kasvutapa keinoalustalla vaihtelevat eri isolaateilla, kuten alempana osoitetaan. Kuromankannattimet ovat joko haarattomia tai joskus haaroittuneita, lyhyitä, tyvestään usein paksuntuneita. Kuromat kehittyvät mustissa »mikrosklerotioissa» tai pseudopionnoteksen kaltaisena harmaana, kerman-



Kuva 10. Pseudopionnoteksen kaltainen kerros *Cercosporella herpotrichoides* -sienen (isolaatti 158) yksikuromaviljelyksessä mallasagarilla. 3/1. Orig.

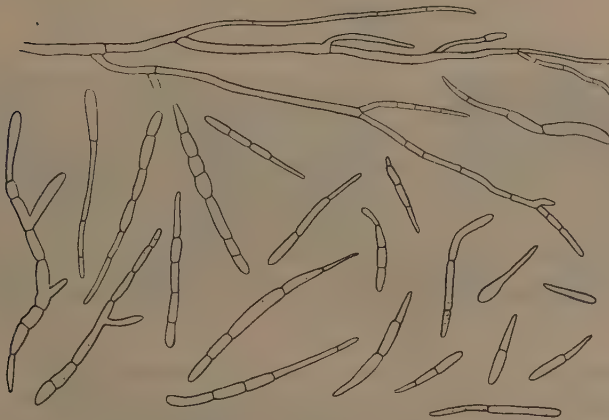
Figure 10. Pseudopionnotal layer of Cercosporella herpotrichoides (monoconidial culture, isolate 158) on malt agar. 3/1. Orig.

värisenä tai keltaisena, limamaisena massana (kuva 10), toisinaan myös koremiomaisissa muodostumissa tai rihmastossa. Mikrosklerotiot ovat mustia, keinoalustalla 336.2—581.0 × 336.2—750.0 μ, keskimäärin 446.9



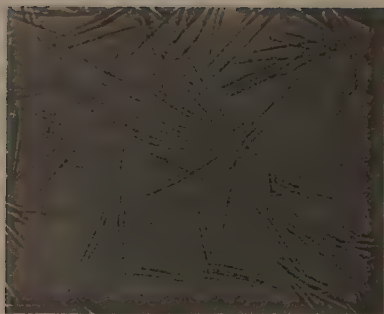
Kuva 11. Mikrosklerotioita 36 pv. vanhassa kaura-agariviljelyksessä (isolaatti 37) 1/1. Orig.

Figure 11. Microsclerotia in 36-day-old culture on oatmeal agar (isolate 37). 1/1. Orig.



Kuva 12. *C. herpotrichoides*-sienen rihmastoa ja kuromia. 630/1. Orig.

Figure 12. Hypha and conidia of C. herpotrichoides. 630/1. Orig.



Kuva 13. *C. herpotrichoideksen* kuromia mikrosklerotioista (isolaatti 37). 300/1. Orig.

Figure 13. Conidia of C. herpotrichoides from microsclerotia (isolate 37). 300/1. Orig.

× 514.6 μ läpimittaisia, pallomaisia, toisinaan pitkulaisia (kuva 11), kasvattaen stromaattista rihmastoa ja kuromankannattimia. Kuromat (kuvat 12 ja 13) kehittyvät parittain tai yksitellen, ne ovat sukkulamaisia, tyvestään paksumpia, pyöristyneitä, oheten kärkeen päin, joko suoria, sirppimäisiä, säännöllisesti kaartuvia tai mutkaisia, 0—12-, useimmiten 3 (1—5)-väliseinäisiä, 12.2—79.2 × 2.3—4.3 μ, keskimäärin 48.9 × 3.2 μ mittaisia, värittömiä ja ohutkettoisia. Solut nuorissa kuromissa ovat lieriömäisiä, vanhemmissa turvonneita tai kuromat ovat katkenneet soluiksi, 2—6 kuukauden ikäisissä viljelyksissä kuromien solut ovat degeneroituneet. Kuromat itävät mallasagarilla 12—48 tunnin kuluessa kasvattaen joko yhdestä tai useammasta solusta hyyfin tai sporidioita ja muodostaen 3—5 vrk:ssa tiheän rihmastokimpun alustan pinnalle.

Tutkituissa *C. herpotrichoides*-isolaateissa (taulukko 15) ei kuromien mitoissa eikä eriväliseinäisten kuromien määrissä ollut eroja. 0—7-väliseinäisiä kuromia oli keskimäärin seuraavasti (taulukko 14).

Taulukko 14. *C. herpotrichoides*-kuromia eri väliseinäryhmissä.

Table 14. Conidia of C. herpotrichoides of different septa.

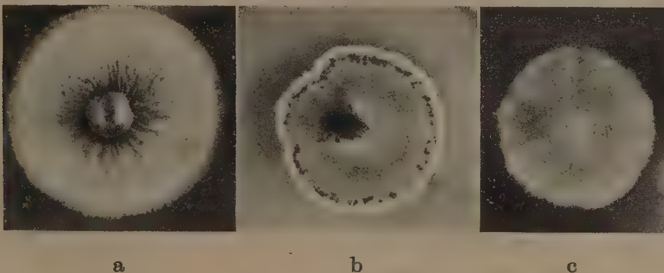
Väliseiniä *Septa*	%
0	19.9 ± 4.539
1	15.1 ± 2.165
2	15.0 ± 1.436
3	31.0 ± 2.906
4	14.8 ± 1.946
5	7.4 ± 1.776
6	4.9 ± 1.378
7	3.9 ± 1.773
2—3	t = 4.937***
3—4	t = 4.633***

Suurin osa kuromia oli 3-väliseinäisiä, ja niiden lukumäärä väheni väliseinien lisääntyessä. Eron varmuus 2- ja 3-väliseinäisten sekä 3- ja 4-väliseinäisten kuromien lukumäärien välillä tutkittiin tilastollisesti ja saatiin tällöin varmat t-arvot. Nämä osoittavat, että 2—4-väliseinäisistä kuromista, joita oli 60 % kuromien koko määrästä, suurin osa kuului 3-väliseinäisten ryhmään.

Oort (1936) on osoittanut *C. herpotrichoides*-sienellä fysiologisia rotuja, joiden patogeeniset ominaisuudet eroavat toisistaan. Näiden rotujen kasvutavassakin sekä kasvunopeudessa oli eroja, jotka mainittu tutkija on todennut jatkoviljelyksissä pysyviksi. Oort (l. c.) totesi yhdellä eristämällään isolaatilla myös sektorin, jonka ilmarihmaston väri ja alustan värjäytyminen poikkesivat jatkoviljelyksissä alkuperäisen isolaatin vastaavista ominaisuuksista.

C. herpotrichoides-sienen morfologisen vaihtelevuuden toteamiseksi tutkin 71:stä sieni-isolaatista saatuja yksikuromaeristyksiä. Saman isolaatin yksikuromaviljelykset olivat makroskooppisilta ominaisuuksiltaan samanlaisia. Näistä viljelyksistä valittiin kasvutavan perusteella eri tyyppejä edustavia isolaatteja lähempiin tutkimuksiin, jolloin selvitettiin eri isolaattien viljelyominaisuuksia, mitattiin kuromien koot sekä tutkittiin isolaattien patogeenisia ominaisuuksia. Vertailun vuoksi oli kasvatuksissa ja infektiokokeissa mukana Oortin (1936) Hollannissa löytämä isolaatti C, jota saatiin *Centralbureau voor Schimmelcultures* -laitoksesta Baarnista, Hollannista.

C. herpotrichoides-sienen kasvu on rehevintä kaurajauho- ja mallasagarilla, josta syystä tutkimukset suoritettiin näillä elatusaineilla. Sitä varten siirrettiin rihmastoa yksikuromaviljelyksistä petrinmaljoihin agarilevyn keskipisteeseen ja pidettiin maljat huoneenlämmössä (16—18° C) puolivaloisassa paikassa. Viljelykset tarkastettiin ensimmäisen kerran 18 päivän kuluttua inokuloinnista ja toisen kerran 23 päivän kuluttua. Tällöin mitattiin kasvuston halkaisijat molemmilla alustoilla, määritettiin ilmarihmaston väri, tiheys ja tasaisuus sekä kasvualustan ja rihmaston väri agarilevyn alapuolelta katsottuna. Näihin ominaisuuksiin nähden olikin eri isolaattien kesken huomattavia eroavaisuuksia olemassa. Mallasagarilla kasvavan ilmarihmaston ominaisuuksien nojalla ryhmitetään isolaatit 3 tyyppiryhmään seuraavien perusteiden mukaan (vrt. taulukko 15).



a b c

Kuva 14. a. Tyyppi I (isolaatti 64), 18 päivää vanha viljelys; b. tyyppi II (isolaatti 12), 22 päivää vanha viljelys; c. tyyppi III (isolaatti) 73), 18 päivää vanha viljelys, kaikki mallasagarilla. 1/2. Orig.

Figure 14. a. Type I (isolate 64), 18-day-old culture; b. type II (isolate 12), 22-day-old culture; c. type III (isolate 73), 18-day-old culture, all on malt agar. 1/2. Orig.

Taulukko 15. 40 tutkitun *C. herpotrichoides* isolaatin alku-

Table 15. The origin, growth rate, length of conidia and the

Isolaatti n:o *Isolate no.*	Alkuperä ja eristysaika *Origin and date of isolation*	Tyyppi *Type*	Kasvuston halkaisija mm *Diam. of colony in mm.* mallasagarilla *on malt agar* 18 p. *in 18 days*	23 p. *in 23 days*	kaura-agarilla *on oatmeal agar* 18 p. *in 18 days*	23 p. *in 23 days*
12	Ylistaro, E.-P. koeasema, 1. 10. 49	II	33	43	46	63
37	» » »	II	27	41	42	60
64	Ruukki, P.-P. koeasema, 19. 10. 49	I	46	61	45	61
68	» » »	III	31	43	37	49
73	» » »	III	38	49	50	65
76	» » »	I	44	53	37	49
88	» » 21. 10. 49	I	43	56	50	64
91	» » »	III	32	43	38	52
96	» » 22. 10. 49	III	42	57	48	63
100	» » »	I	42	56	44	58
107	» » »	III	26	33	43	55
146	Ylistaro, *Festuca rubra,* 13. 7. 50	II	37	40	53	78
147	» *Agropyrum repens,* 20. 7. 50	I	48	63	55	75
148	» *Triticum aestivum,* 20. 7. 50	II	40	49	46	62
149	» » » »	I	40	52	44	60
158	» » » »	I	18	33	46	57
160	» » » »	III	36	50	49	62
163	Jyväskylä, Hankkijan tila, 20. 8. 50	III	30	53	44	60
180	Maaninka, P.-Savon koeasema, 23. 8. 50	II	32	45	53	58
190	Ylistaro, E.-P. koeasema, 24. 8. 50	III	30	37	27	38
194	Maaninka, P.-Savon koeasema, 16. 8. 50	II	39	48	38	—
195	» » »	II	48	63	52	72
196	» » »	III	24	33	19	22
198	» » »	II	35	40	49	62
199	» » »	II	34	40	43	59
201	» » »	II	35	45	53	68
202	» » »	II	37	48	56	70
204	» » »	II	38	45	40	55
207	Pyhäsalmi, Koivikon tila, 7. 11. 50	III	18	25	8	—
209	Ylivieska, V. Ängeslevä, 13. 11. 50	III	38	52	25	38
214	Pyhäsalmi, O. Laurikkala, 16. 11. 50	III	32	42	38	50
221	Haukipudas, Erkkilän tila, 25. 1. 51	III	33	38	16	23
225	Hamina, Harjun tila, 31. 1. 51	II	34	42	50	65
250	Ruukki, P.-P. koeasema, 5. 2. 51	III	33	38	41	55
277	Ahlainen, V. Mäkelä, 10. 2. 51	II	31	41	38	52
287	Alavus, M. Hänninen, 13. 12. 50	III	30	38	19	25
292	Vanaja, Harvialan kartano, 24. 8. 50	I	41	46	44	58
293	Ähtäri, Hankolan tila, 14. 2. 51	II	41	50	—	—
294	Nunnanlahti, R. Martikainen, 14. 2. 51	II	25	28	—	—
Oort C	Zeeland, Holland, 1933 Kontrolli — *Check*	III	50	68	43	59
	Keskimäärin — *Average*		**35.3**	**45.7**	**41.3**	**56.2**

perät, kasvunopeudet, kuromien pituudet sekä patogeenisuus.

pathogenicity of 40 C. herpotrichoides-isolates tested.

Kuromien pituus μ / *Length of conidia μ* — Septa 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infektiokokeessa v. 1951 / *Pathogenicity test in 1951* — korsia kussakin tautisuusluokassa / *Straws showing degree of infection* 0	1	2	3	4	5	saastunta % / *Infection %*
28.1	22.5	29.3	33.8	40.7	56.6	—	—	—	—	64	12	6	2	15	6	22.8
9.9	17.3	23.0	27.0	36.1	54.0	44.6	64.8	—	—	27	5	0	7	10	8	37.2
										33	0	8	5	5	12	35.2
29.0	17.2	26.1	29.7	30.7	38.3	35.3	—	—	—	34	0	23	29	11	31	51.8
										15	0	0	6	9	54	68.8
—	19.3	29.6	30.4	37.4	46.9	—	53.8	—	—	13	17	5	0	16	5	41.4
—	23.6	45.5	46.2	57.5	68.2	54.3	—	—	—	10	1	2	4	12	78	85.0
25.1	20.1	28.7	36.0	41.5	48.5	54.1	—	—	—	22	12	0	9	8	13	42.4
16.6	18.4	27.0	28.8	36.8	44.6	—	51.8	—	—	9	11	0	6	15	13	57.0
										34	17	25	30	22	5	40.6
										11	6	2	1	13	21	63.0
15.2	20.2	25.5	33.2	43.9	52.2	—	—	—	—	28	8	1	6	8	8	33.8
										33	2	3	4	20	25	51.8
—	34.9	31.1	35.9	38.4	43.6	44.6	—	—	—	31	5	0	5	3	9	28.0
										34	8	7	4	10	7	31.2
17.5	20.5	29.3	34.0	39.9	—	—	—	—	—	37	4	3	4	7	7	27.4
										62	9	9	18	20	19	37.4
										14	12	0	2	4	11	41.4
31.3	26.1	35.0	39.6	59.4	—	—	—	—	—	38	9	4	0	2	3	14.2
24.1	24.1	27.7	35.3	42.2	44.6	53.8	58.7	—	—	58	7	3	7	12	16	31.4
18.1	31.4	46.4	54.8	63.0	64.4	—	—	—	—	31	0	21	9	23	26	53.0
40.9	38.9	52.8	38.0	—	—	—	—	—	—	16	6	7	5	7	6	32.6
20.0	19.5	24.8	31.4	35.4	—	—	—	—	—	12	10	4	4	12	7	46.2
13.4	17.5	22.1	30.2	37.2	46.2	50.1	52.2	—	—	19	15	8	7	1	3	26.8
—	—	—	35.7	42.1	49.7	51.7	62.3	—	—	26	2	6	0	8	7	33.0
32.0	31.0	33.7	33.7	35.6	53.5	—	—	—	—	31	2	0	5	3	4	21.8
12.2	18.2	28.1	32.5	41.8	52.4	49.2	—	—	—	15	6	3	6	8	8	44.4
										16	0	6	8	10	13	44.8
										30	4	5	8	12	4	33.6
23.1	24.8	29.0	33.3	36.6	44.5	49.8	48.8	72.8	62.7	13	6	2	7	13	9	51.2
22.2	21.7	28.2	30.6	40.3	57.3	69.8	79.2	—	—	7	3	3	8	14	11	62.6
										46	5	7	1	4	3	16.0
20.0	29.6	33.8	40.9	41.3	52.4	—	—	—	—	42	5	2	9	9	7	29.0
										33	3	3	6	13	15	42.2
										29	14	4	7	8	1	25.4
										27	11	9	5	8	8	34.2
—	15.2	24.4	31.2	40.9	45.8	53.1	52.0	—	—	20	20	7	6	6	4	30.4
										36	13	11	12	14	5	33.4
										27	16	0	11	5	3	27.0
										118	7	0	0	6	3	6.8
22.2	**23.3**	**31.0**	**34.9**	**41.8**	**50.7**	**50.9**	**58.2**	**72.8**	**62.7**							

Saastunta: $F = 37.34^{***}$; merkitsevä ero 12.0
Infection: - *significant diff.*

Tyyppi I. Kasvuston keskustassa, inokulointikohdassa savunharmaa, löyhä kohoutuma, muu osa rihmastoa pitkin alustan pintaa matava, harmaa, kellertävä tai vaaleanruskea; rihmasto muodostaa säteettäisiä, suonimaisia, tiiviimpiä rihmastokimppuja, jotka eivät väriltään poikkea muusta rihmastosta (kuva 14 a). Kasvualustan väri muuttumaton; alapuolella rihmaston keskikohta musta, muu osa vaalean harmaa tai kellertävä. Suhteellisen nopeakasvuinen.

Tyyppi II. Inokulointikohta hieman kohonnut, samanvärinen kuin muu osa rihmastoa. Ilmarihmasto savun- tai likaisenharmaa, tiivis, mattomainen, reuna valkea tai vaalean harmaa, ehjä tai epätasainen (kuva 14 b). Kasvualusta keltainen tai vihertävä, rihmasto keskeltä tumman seepianvärinen, tumman oliivinvärinen tai musta, muu osa harmaa ja siinä lyhyitä, säteettäisiä, keskustan värisiä tai keltaisia juovia.

Tyyppi III. Inokulointikohta ei kohonnut, samanvärinen kuin muu osa ilmarihmastoa. Tämä vaalean- tai savunharmaa, löyhä, untuvamainen, valoa vasten läpinäkyvä, reuna tasainen, joskus vaaleampi, useimmiten samanvärinen kuin muu osa (kuva 14 c). Alusta usein voimakkaasti kellertävä tai ruskea; rihmaston keskessä pieni musta laikku, muu osa harmaa tai kellertävä.

Taulukossa 15 esitetään tutkittujen isolaattien alkuperät, niiden kasvuston halkaisijat mm:ssä kaurajauho- ja mallasagarilla 18:n ja 23:n päivän kuluttua inokuloinnista sekä tyyppiryhmä ilmarihmaston ominaisuuksien perusteella. Milloin sienen alkuperäistä isäntäkasvia ei erikseen mainita, on se *Triticum aestivum*. Kuromien pituudet mitattiin vain sellaisista isolaateista, jotka kaura-agarilla kehittivät mikrosklerotioita, koska näissä muodostuu kuromia runsaasti. Rihmastokuromien määrä sen sijaan oli mittausta varten yleensä riittämätön, tai ei niitä lainkaan muodostunut. Kuromamittaukset suoritettiin useimmiten 14—18 vuorokauden ikäisistä viljelyksistä, paitsi isolaateilla 148, 158, 194 ja 225, joilla mikrosklerotioita kehittyi vasta 40—45 vuorokauden ikäisiin viljelyksiin. Kullakin kerralla mitattiin 100 tai 150 kuromaa. Kuromien paksuuden vaihtelut olivat kaikissa tapauksissa pienet, josta syystä ei paksuuksia taulukossa mainita.



a b

Kuva 15. *C. herpotrichoides*-sienen sektoreita mallasagarilla. a, isolaatti 96, tyyppi III, sektori tyyppiä I; b, isolaatti 294, tyyppi II, sektori tyyppiä III. 1/2. Orig.

Figure 15. Sectors of C. herpotrichoides on malt agar. a, isolate 96, type III, sector of type I; b, isolate 294, type II, sector of type III. 1/2. Orig.

Näitä kasvatuskokeita suoritettaessa kehittyi kolmessa mallasagariviljelyksessä sektoreita, jotka ilmarihmaston värin ja tiheyden perusteella poikkesivat ao. isolaatin aikaisemmin määritetystä tyypistä. Niinpä todet-

tiin isolaatilla 96 (tyyppi III) sektori, joka edellisen jaotuksen perusteella kuuluu tyyppiin I. Nopeakasvuisena oli sektori alaltaan suurempi kuin III:n tyypin mukainen ilmarihmaston osa (kuva 15 a). Toisessa tapauksessa ilmaantui isolaatilla 294 (tyyppi II) samoin sektori, joka kasvutavaltaan löyhänä edusti III tyyppiä (kuva 15 b). Sektoreista jatketut viljelykset palautuivat molemmissa tapauksissa alkuperäiseen rihmastomuotoon, kuten sektoreita tutkittaessa usein on todettu käyvän (vrt. Butler & Jones 1949).

Eri *C. herpotrichoides*-isolaattien kasvunopeuksien vertaamiseksi laskettiin kuhunkin tyyppiin kuuluvien isolaattien kasvuston halkaisijain keskiarvot 23 vuorokauden kuluttua inokuloinnista (taulukko 16).

Taulukko 16. *C. herpotrichoides*-tyyppien keskimääräinen kasvu mallas- ja kaura-agarilla.

Table 16. Mean growth rate of several types of C. herpotrichoides on malt and oatmeal agar.

Tyyppi *Type*	Kasvuston halkaisija 23 pv:n kuluttua mm *Diameter of colony on 23rd day mm.*	
	Mallasagarilla *On malt agar*	Kaurajauhoagarilla *On oatmeal agar*
I	55.3±1.606	60.3±2.604
II	44.3±1.806	63.4±1.992
III	43.7±2.679	47.7±3.856
I—III	t=3.714**	t=2.708*

Taulukosta 16 ilmenee II tyyppiin kuuluvien isolaattien kasvunopeuden erilaisuus eri kasvualustoilla, sen sijaan I ja III tyyppeihin kuuluvien isolaattien kasvu oli lähes yhtä nopeata eri alustoilla ja näiden tyyppien välinen ero lasketun t-arvon mukaan melko varma.

C. herpotrichoides-sienen kasvunopeutta verrattiin myös eräiden *Fusarium*-lajien kasvunopeuteen kaurajauhoagarilla. Kasvuston halkaisijat mitattiin fusariumeilla ensi kerran 3 vrk:n kuluttua ja *Cercosporella*lla 9 vrk:n kuluttua inokuloinnista, koska sitä ennen ei kasvua ollut vielä havaittavissa. Tulokset esitetään taulukossa 17.

Mittaukset (taulukko 17) osoittavat, että mainittujen *Fusarium*-lajien kasvu 16—18° C:n lämpötilassa oli keskimäärin neljä kertaa nopeampaa kuin *C. herpotrichoides*-isolaattien 190 ja 287 kasvu. *Fusarium*-lajien nopea kasvu vaikeuttaakin usein *C. herpotrichoides*-sienen eristämistä viljakasvien korresta, milloin näitä sienilajeja esiintyy samanaikaisesti korressa. *Fusarium*-lajeista olivat *F. scirpi* ja sen muunnos *filiferum* muita tutkittuja lajeja (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*) kasvussa selvästi hitaampia ja myös, kuten myöhemmin (siv. 69) osoitetaan, patogeenisuudeltaan heikompia. Sitä vastoin patogeenisesti voimakkaat lajit *F. culmorum* ja *F. avenaceum* olivat kasvussaan nopeimpia.

Taulukko 17. *C. herpotrichoideksen* kasvunopeus verrattuna eräiden *Fusarium*-lajien kasvunopeuteen 16—18° C:n lämpötilassa.

Table 17. Growth rate of C. herpotrichoides compared with that of some Fusarium-species at 16—18° C.

Sienilaji *Species*	Isolaatti n:o *Isolate nr.*	Kasvuston halkaisija (mm) vuorokausina inokuloinnista *Diameter of colony (mm.) in days after inoculation*				
		3	6	9	12	15
C. herpotrichoides	190	0	0	16	23	25
»	287	0	0	16	24	30
F. avenaceum	220	18	44	78	—	—
F. culmorum	226	35	79	—	—	—
F. equiseti	211	22	38	70	92	—
F. scirpi	153	16	30	43	55	68
F. scirpi v. *filiferum*	145	16	38	50	60	75

c. Biologia.

C. herpotrichoides-sienen kasvun optimi on 19.5—23° C:ssa ja minimi —5° C:ssa. Vielä 0°:ssa sieni kasvaa huomattavasti ja infektion optimi sillä on 5—9° C:n lämpötilassa (Oort 1936, Roemer, Fuchs & Isenbeck 1938, Detroux 1946). Sieni on siis sopeutunut alhaisiin lämpötiloihin, päinvastoin kuin useimmat muut primaariset tyvitaudin aiheuttajat sekä maassa elävät *Fusarium*-lajit. Ennen kuin tämä tiedettiin, epäonnistuivat sekä infektiokokeet että yritykset saada sieni muodostamaan kuromia (Foex & Rosella 1930). Konidit itävät riittävässä kosteudessa jo 0° C:n lämpötilassa (Oort 1936).

Välttämätön sienen kasvun, kuromanmuodostuksen sekä infektion edellytys on siis pitkä viileä kausi viljakasvien orastuessa ja kasvaessa sekä riittävä kosteus maassa (Sprague 1932). Maan lämpötila ja kosteus sinä aikana, jolloin kasvit ovat alttiita sienen voimakkaalle saastunnalle, ratkaisevatkin sienen merkityksen. Kuten sanottu, sientä on tähän mennessä tavattu vain maapallon viileissä osissa, jossa vuotuinen sademäärä on 350—700 mm ja jossa maa kasvukauden aikana on kauan märkää ja kylmää. Sprague (1937) totesikin U.S.A.:ssa, että sienen kehitys lakkasi, kun maan hygroskooppisen veden määrä läheni nollaa. Hiesusavessa oli sienen kehitys nopeinta silloin kun vesipitoisuus oli 16 % ja vielä kyllästymiskosteudessa (21 %) sieni saattoi kasvaa maassa. Kun kasvien tyvilaikkusaastunta on riippuvainen sienen kuromien määrästä ja niiden itävyydestä, johtuu taudin ankaruus kuitenkin suurelta osalta maata lähinnä olevan ilmakerroksen suhteellisesta kosteudesta. Tämä taas on riippuvainen maan vesipitoisuudesta, ilman lämpötilasta ja kasvuston tiheydestä sekä tuulista. Pitkäaikaiset tuulet estävätkin usein tyvilaikkusaastunnan syntymisen, ja

samasta syystä ovat vehnäkasvustojen reunat tavallisesti terveempiä kuin kasvuston keskellä olevat osat (SPRAGUE l. c.). Ilman kosteuden vaikutus ilmenee myös siinä, että lakoutuneessa viljassa on tyvilaikun aiheuttajan sekä monien sekundaaristen sienten tuhot usein suuremmat kuin pystyviljassa.

Sieni talvehtii maahan jääneissä kasvinjätteissä mädänsyöjänä. Saastunut sänki sekä maahan jääneet oljenkappaleet ovat tästä syystä vaarallisia tartunnanlähteitä seuraavien vuosien viljakasveille (GLYNNE 1939, WAHLIN 1948). Sieni ei säily mullassa, vaan elää yksinomaan mainituissa kasvinjätteissä, joten sängen ja oljen lahotessa sieni maasta häviää (BOCKMANN 1950). Milloin taas lahoamista esim. maan kuivuuden vuoksi ei tapahdu, on sieni monen seuraavan kasvukauden ajan elinvoimainen (WAHLIN l. c.). Maahan jääneiden oljenkappaleiden sekä elävien kasvien pinnassa sieni muodostaa syksyllä ja keväällä suurin joukoin kuromia (SCHAFFNIT 1933, SPRAGUE & FELLOWS 1934, OORT 1936, BOCKMANN 1940), jotka leviävät ihmisten, eläinten ja veden mukana kulkeutuvissa oljenkappaleissa sekä tuulen kuljettamina (FOEX & ROSELLA 1931). Riittävässä kosteudessa kuromat itävät kasvin pinnassa, ja tällöin kehittyvät sienirihmat tunkeutuvat solukkoon siten, kuin taudinoireita tarkasteltaessa selostetaan.

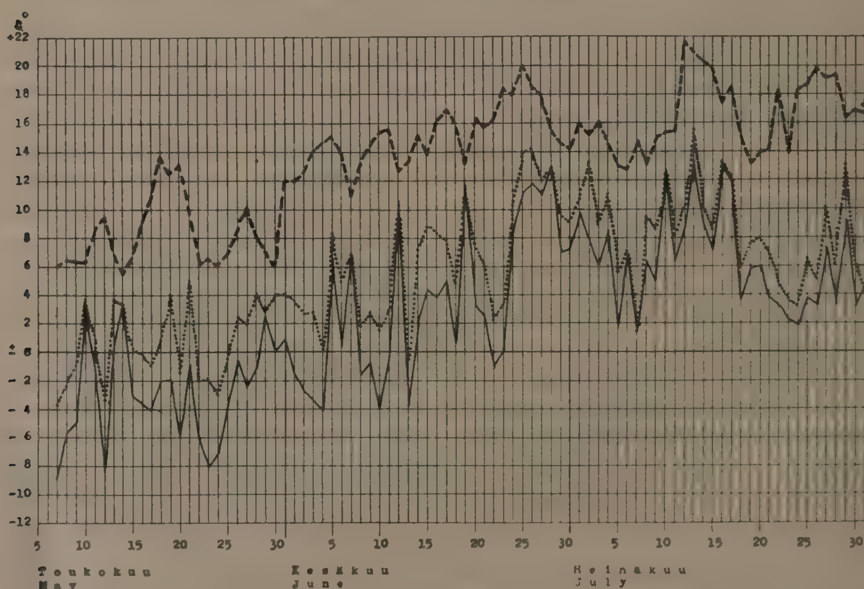
Saastunta tapahtuu tähänastistén tutkimusten mukaan voimakkaimmin pitkän ja kostean syksyn aikana, jonka vuoksi taudin vahingot syysviljoissa, etenkin syysvehnässä, ovat suurimmat (BOCKMANN 1950). Tällöin tapahtuvan primaarisaastunnan seurauksena voivat oraat jo syksyllä kuolla ja saastuneet kasviyksilöt levittävät tavallisesti keväällä runsaasti konideja ympäristöönsä aiheuttaen sekundaari-infektion. Kevätviljojen saastunta tapahtuu talvehtineissa kasvijätteissä kehittyneistä konideista keväällä, josta syystä taudin vahingot kevätviljoilla ovat vähäiset siellä, missä maa keväällä kuivuu nopeasti. Kevätvehnä voi sen sijaan saastua, jos maa kasvukauden alussa on vehnän tähkimiseen asti kosteata ja sen lämpötila alhainen; taudin tuhoja lisää kostean kevään jälkeen sattuva pitkällinen kuivuus (SPRAGUE 1939).

C. herpotrichoides-sientä tavataan pääasiassa hyvillä vehnämailla savipitoisissa multamaissa, joissa syysvehnää ja -ohraa enimmin viljellään (BOCKMANN 1936, GLYNNE 1939, BJÖRLING 1948). Koska sienen kehittymisen ja infektion edellytyksenä on maan hidas kuivuminen, voi tämäkin olla syynä siihen, että sienen tuhot savimailla ovat suurimmat. Suomessa on tyvilaikun esiintymistä tutkittaessa havaittu, että tauti saattaa esiintyä vahingollisena savi-, hiekka- ja mutamailla, mikäli nämä ovat kosteapohjaisia ja pysyvät keväällä märkinä ainakin vehnän tähkimiseen saakka. Lisäksi kasvit tällaisessa maassa tarjoavat rehevyytensä vuoksi hyvät elinmahdollisuudet sienelle (vrt. BOCKMANN 1936).

d. Infektiokokeet.

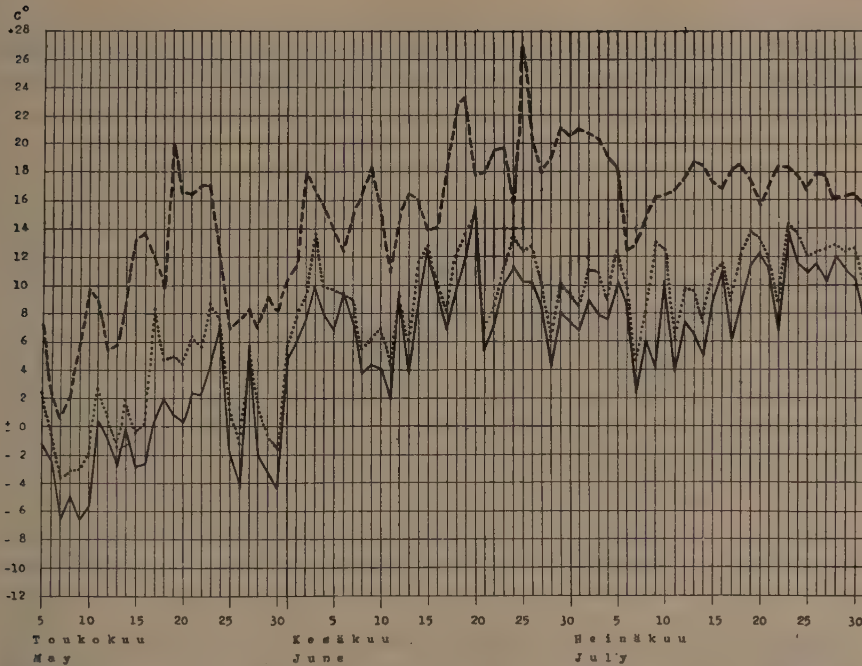
C. herpotrichoides-sienen patogeenisuuden toteamiseksi suoritin vuosina 1951 ja 1953 avomaalla ja kasvihuoneessa infektiokokeita. Avomaan kokeita varten kylvettiin Kiuru-kevätvehnää 30 × 20 × 7 cm:n suuruisiin pahvilaatikoihin, joissa oli 3 cm:n paksuinen kerros steriloitua kasvumultaa. Kuhunkin laatikkoon kylvettiin 60 jyvää kolmeen riviin, jonka jälkeen siemen peitettiin 2 cm:n vahvuisella multakerroksella. Kylvö suoritettiin kummassakin kokeessa 26.4, ja orastuminen tapahtui 11 päivän aikana kasvihuoneessa. Vuonna 1951 oli kokeissa kaksi kerrannaista, vuonna 1953 kolme. Saastutusaineisto saatiin siten, että *C. herpotrichoides*-sienen valtaama vehnän ja ohran jyväseos (sivu 38) pidettiin viileässä ulkoilmassa kahden viikon ajan laakealla vadille levitettynä (vrt. SPRAGUE 1931 ja BOCKMANN 1950).

Inokuloitaessa ravistettiin jyväseosta steriloidussa vedessä ja kaadettiin näin saatua kuromalietosta kolmilehtiasteella olevien vehnänoraiden juurelle. Lietoksessa todettiin erittäin runsaasti sienen kuromia. Inokulointi tapahtui kummallakin kerralla toukokuun 7. päivänä kasvihuoneessa, jonka jälkeen koekasvit välittömästi vietiin ulos, laatikot poistettiin ja kasvit istutettiin maahan. Orastumisaikana kasteltiin oraita steriloidulla vedellä; myöhemmin tapahtui kastelu vesijohtovedellä.



Kuva 16. Keskilämpö ilmassa (— — —) sekä alin lämpötila ilmassa (············) ja maan pinnassa (———) klo 8.00 Tikkurilassa 5. 5—31. 7. 51.

Figure 16. Air temperature, mean (— — —), minimum (············) and minimum at the soil level (———) in 8 AM at Tikkurila from May 5th to July 31st, 1951.



Kuva 17. Keskilämpö ilmassa (— — —) sekä alin lämpötila ilmassa (············) ja maan pinnassa (————) klo 8.00 Tikkurilassa 5. 5—31. 7. 53.

Figure 17. Air temperature, mean (— — —), minimum (············) and minimum at the soil level (————) in 8 AM at Tikkurila from May 5th to July 31st, 1953.

Kuvassa 16 esitetään graafisesti keskilämmöt sekä minimilämpötilat ilmassa ja maan pinnassa Tikkurilassa touko—heinäkuun aikana 1951, ja kuvassa 17 vastaavasti vuoden 1953 sääsuhteet. Kasveissa tapahtui inkubaatioaikana voimakas *C. herpotrichoides*-saastunta, johtuen ajoittain alhaisesta lämpötilasta. Lisäksi tiedetään, että lyhytaikainenkin pakkanen usein heikentää oraita ja tekee ne tavallista aremmiksi tyvilaikkusaastunnalle (FRON 1935, SPRAGUE 1937, DETROUX 1946). Syksyllä korjattiin kasvit juurineen ja laskettiin kahutähkäisyys eri koejäsenissä; kasvien tyvitautisaastunta määritettiin seuraavan asteikon mukaan:

0 = tyvi normaali
1 = pieni laikku tai viiru korren tyvessä
2 = ruskea, tummareunainen laikku korren tyvessä
3 = useampia tummareunaisia laikkuja korren tyvessä
4 = tyvi suurimmaksi osaksi tai kokonaan ruskettunut
5 = tyvi mädäntynyt ja kasvi kuollut aikaisessa vaiheessa.

Saadun luokittelun perusteella laskettiin tautisuusasteet kaavasta

$$\frac{20 \times (5 \times N_5 + 4 \times N_4 + 3 \times N_3 + 2 \times N_2 + N_1)}{N},$$

jossa N on korsien kokonaismäärä, ja N_1, N_2, N_3, N_4 ja N_5 niiden korsien lukumäärät, joiden saastunta-aste oli 1, 2, 3, 4 ja 5.

Tulokset avomaan infektiokokeista esitetään taulukoissa 15 ja 18.

Taulukko 18. Infektiokokeen tulokset v. 1953.

Table 18. Results of the pathogenicity test in 1953.

Isolaatti n:o *Isolate no.*	Korsia eri saastutusluokissa *Straws showing degree of infection*						Saastunta *Infection*	Kahutähkiä *Shrivelheads*
	0	1	2	3	4	5	%	%
161	81	19	27	30	50	23	41.4	45.1
204	71	25	32	32	56	7	40.0	43.3
302	68	8	27	36	66	17	47.1	42.4
315	110	25	24	31	29	15	30.8	37.6
Kontrolli — *Check*	255	8	11	0	0	0	2.8	4.5

Saastunta: $F = 21.08^{***}$; merkitsevä ero 9.7
Infection: *significant difference*

Syksyllä 1951 suoritettiin kasvihuoneessa koe 10:llä *C. herpotrichoides*-isolaatilla koekasvina Kiuru-kevätvehnä. Vehnä kylvettiin tällöin 7″ kukkaruukkuihin, 15 jyvää kuhunkin ja oraat harvennettiin siten, että joka ruukkuun jäi 10 yksilöä; kussakin koejäsenessä oli 4 kerrannaista. Kylvö tapahtui 1. 10. 51 ja inokulointi 22. 10. 51 samalla tavoin kuin edellisissä kokeissa. Ruukut pidettiin tämän jälkeen keinovalossa, jota annettiin päivittäin klo 8—21 neljällä Philips-loisteputkilaitteella. Kasviyksilöiden tautisuus analysoitiin 15—17. 12. 51, ja tulokset laskettiin samalla tavoin kuin edellä sekä esitetään taulukossa 19.

Taulukko 19. Infektiokokeen tulokset kasvihuoneessa v. 1951.

Table 19. Results of the pathogenicity test in greenhouse in 1951.

Isolaatti n:o *Isolate no.*	Saastunta *Infection* %
12	15.0
100	10.6
107	25.6
160	85.0
180	30.3
202	57.5
207	35.5
214	45.0
287	32.0
Oort C	15.5
Kontrolli — *Check*	7.5

$F = 7.22^{***}$; merkitsevä ero 27.1
significant difference

Infektiokokeet osoittavat, että *Cercosporella herpotrichoides* -sieni aiheuttaa kevätvehnässä korren tyviosan vioittumista, josta usein on seurauksena joko kasvin varhainen kuoleminen tai tähkän ennenaikainen tuleentuminen. Tähkien ennenaikainen tuleentuminen näissä kokeissa ilmeni tautina, jota alussa (siv. 10) esitetyn määritelmän mukaan nimitetään kahutähkäisyydeksi (kuva 18).

Kokeissa oli eri *C. herpotrichoides*-isolaattien patogeenisuudessa huomattavia eroja. Jos niitä isolaatteja (taulukot 15 ja 19), jotka aiheuttivat keskimäärin 0—30 %, 30—60 % ja 60—100 % tauti-infektion, pidetään patogeenisuudeltaan heikkoina, kohtalaisen vahvoina ja vahvoina, olivat isolaatit 12 ja Oort C heikkoja, 202, 207 ja 287 kohtalaisen vahvoja sekä isolaatit 88 ja 160 vahvoja. Muiden tutkittujen isolaattien patogeenisuudesta ei näiden kokeiden perusteella voida tehdä varmoja päätelmiä.

Selostettujen tutkimusten perusteella todetaan, että *C. herpotrichoides*-sienestä tavataan erilaisia isolaatteja, joiden morfologiset ja patogeeniset ominaisuudet poikkeavat toisistaan ja joiden eroavuudet jatkoviljelyksissä ovat pysyviä. Samalta peltolohkolta eristettyjen eri isolaattien ominaisuuksissa oli vaihtelevuutta, ja maassa lieneekin aina kirjava sienisekakasvusto, johon kuuluu patogeenisuudeltaan erilaisia isolaatteja. Samasta kasviyksilöstä saadut isolaatit sekä samasta isolaatista saadut yksikuromaviljelykset olivat silmävaraisen tarkastelun perusteella keskenään samanlaisia. Onkin ilmeistä, että kasvissa aiheuttaa tyvilaikkusaastunnan usein yksi ainoa ja nimenomaan se *C. herpotrichoides*-isolaatti, jonka rihmat ensimmäisinä tavoittavat kasvin ja jonka kasvuvoima sillä hetkellä vallitsevissa olosuhteissa on ollut riittävä voittamaan kasvin mekaanisen ja fysiologisen taudinkestävyyden. Myöhemmin saattaa heikentyneen kasvin tyveen tunkeutua muitakin sieniä, pääasiassa *Fusarium*-lajeja, jotka lisää-



a b c d

Kuva 18. Infektiokokeessa a. käsittelemätön, b. *C. herpotrichoides*-isolaatilla 221 (saastunta 16.0 %), c. isolaatilla 163 (saastunta 41.4 %) ja d. isolaatilla 73 (saastunta 84.2 %) inokuloitu ruutu. Valok. 13. 8. 1951. Orig.

Figure 18. Pathogenicity test; a. untreated, b. inoculated with C. herpotrichoides isolate 221 (infection 16.0 %), c. isolate 163 (infection 41.4 %) and d. isolate 73 (infection 84.2 %). Photo 13. 8. 1951. Orig.

vät tyvitaudin vaurioita kasvissa. Näillä *C. herpotrichoides*-sientä seuraavilla joko sekundaarisilla tai toisinaan myös primaarisilla loisilla onkin huomattava vaikutus tyvitaudintuhojen suuruuteen.

B. *C. herpotrichoides*-sienen aiheuttamat taudinoireet.

C. herpotrichoides-sienen aiheuttamat oireet jaetaan tässä primaarisiin ja sekundaarisiin. Edellisiin kuuluvat sienen välittömästä kosketuksesta tai kemiallisesta vaikutuksesta johtuvat patologiset muutokset kasvin solukossa. Sekundaarisia taudinoireita ovat tyvisolukon heikkenemisestä, johtosolukon tukkeutumisesta tai juuriston toiminnan häiriintymisestä johtuvat muutokset aineenvaihdunnassa, kasvin ja kasvinosien kehityksessä ja kasvussa sekä sekundaaristen sienten aiheuttamat oireet heikentyneissä kasvinosissa (vrt. GÄUMANN 1946).

a. Primaariset taudinoireet.

Sieni saastuttaa aluksi lähimpänä maanpintaa olevan lehtitupen ja korrenosan. Kasvin maanalaiset osat eivät tavallisesti saastu lukuunottamatta sellaisia sivujuuria, jotka joutuvat välittömään kosketukseen sienen kanssa, sekä juurenniskaa, johon sieni joissakin tapauksissa voi tunkeutua. Ensimmäiset saastunnan oireet alimmassa lehtitupessa ilmenevät läpikuultavana, ympäröivää solukkoa tummempana alueena, joka vähitellen muuttuu soikeaksi, 10—20 × 3—6 mm suuruiseksi ruskehtavaksi tai punertavaksi laikuksi (SCHAFFNIT 1933, OORT 1936). Uloimmasta lehtitupesta sieni tunkeutuu nuoren kasvin sisempiin lehtituppiin sekä lopulta korteen, johon muodostuu soikeita laikkuja samalla tavoin kuin ulompana (kuva 7). Laikkujen pinnalle kehittyy alkukesällä tumman oliivinvärinen tai musta mikrosklerotiomainen strooma, joka saastuneen kasvinosan pinnassa näkyy tummana karstana. Kirjoittajan suorittamissa kasvatuskokeissa, joissa tätä karstaa otettiin koeputkeen kaura-agarille, ei *C. herpotrichoides*-sientä saatu puhtaaksi, vaan nopeakasvuiset saprofyytit (useimmiten *Cladosporium herbarum*) peittivät sen pian. Havaintojeni mukaan laikkujen reunat muuttuvat kasvukauden kuluessa vähitellen ruskeiksi laikun keskustan vaaletessa. Korjuuaikana ja olkea senjälkeen kuivassa säilytettäessä laikkujen tummat reunat häviävät, minkä jälkeen laikut erottuvat harmahtavan sävynsä perusteella muuten keltaisessa korressa.

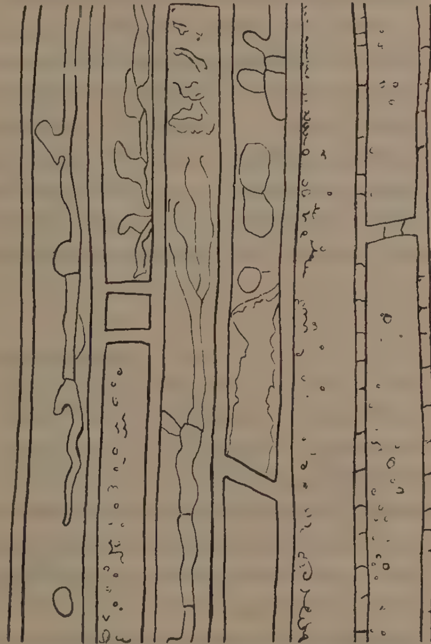
Korren solukko on laikkujen kohdalla haurasta. Siksi pitkäkortinen syysvilja sateen ja tuulen vaikutuksesta murtuu kiertyen tällaiselta kohdalta, ja vilja lakoutuu. Kevätviljojen saastunta sen sijaan vain harvoin on niin ankaraa, että siitä on seurauksena lakoutumista. Korren solukossa sieni tunkeutuu tukisolukon läpi onteloa ympäröivään tylppysolukkoon edeten tässä nopeammin kuin pintasolukossa (SPRAGUE & FELLOWS 1934). Laikkujen kohdalla on korren sisässä havaittavissa harmaan sinertävää rih-

mastoa, ja sitä kasvualustalle siirtämällä onnistuu sienen eristäminen parhaiten. Johtojänteissä sienirihmat tuhoavat ensiksi nilaosan ja tukkeavat myöhemmin koko johtosolukon, jolloin nestevirtaus tältä osalta vartta lakkaa (SCHAFFNIT 1933). Milloin infektio tapahtuu aikaisin ja olosuhteet ovat sienelle suotuisat, turmeltunut ala laajenee sekä pysty- että vaakasuoraan suuntaan. Kun korsi on ympäriinsä sienen turmelema, nestevirtaus ehtyy ja kasvi kuihtuu. Tällöin ei korressa enää havaita taudille ominaisia tyvilaikkuja, vaan tyvi on kokonaisuudessaan ruskettunut (kuva 8).

C. herpotrichoides-sienen aiheuttamia laikkuja tavataan aluksi alimmassa, myöhemmin muissakin nivelväleissä; laikkuja on havaittu jopa 10—20 cm korkeudella maanpinnasta (SCHAFFNIT 1933, SPRAGUE & FELLOWS 1934).

b. Sekundaariset taudinoireet.

Johtojänteiden tukkeutumisesta ja nestevirtauksen ehtymisestä on seurauksena vioituskohdan yläpuolella olevien kasvinosien kasvun hidastuminen tai pysähtyminen. Tauti aiheuttaa myös syysviljan oraiden kuolemista varsinkin silloin, kun nämä ovat kylmyyden tai muiden epäedullisten kasvuolosuhteiden heikentämiä (SPRAGUE & FELLOWS 1934, FOEX 1936, SPRAGUE 1937). Kevätviljoissa on saastunta heikompi, eikä siitä luonnon oloissa ole havaittu johtuvan oraiden kuolemista. Sen sijaan infektiokokeissa oli saastunta usein niin voimakasta, että kasveja tuhoutui jo orasasteella (taulukot 15 ja 18).



Kuva 19. Pitkittäisleikkaus tyvilaikun heikentämän kevätvehnän korren perussolukosta. *Cladosporium herbarum* -rihmastoa on tunkeutunut soluihin. 100/1. Orig.

Figure 19. Longitudinal section of stem of spring wheat weakened by eyespot. Hypha of Cladosporium herbarum penetrating the hypodermal cells. 100/1. Orig.

Tyvilaikun seuraukset kevätvehnässä tulevat Suomessa näkyviin tavallisesti heinäkuun alkupuoliskolla, jolloin tähkiminen alkaa. Tällöin muuttuvat saastuneet ja kasvussaan häiriintyneet kasvit tavanomaisesta vihreästä tummanvihreiksi, paikoin violeteiksi. Violetti väri johtunee antosyanin muodostumisesta sellaisiin kohtiin, joissa aineenvaihdunta on heikointa. Niinpä esiintyy tällainen värisävy lehtien kärjissä ja reunoissa sekä

tähkäsuomuissa. Tähkimisen aikana ilmaantuu korteen aluksi lyhyitä, myöhemmin piteneviä ruskeita viiruja, jotka johtuvat siitä, että vastustuskykynsä menettäneeseen solukkoon tunkeutuu ilmarakojen sekä haavojen kautta bakteereita ja mädänsyöjäsieniä, jotka leviävät johtojänteitä pitkin korren pituussuuntaan ja tuhoavat johto- ja perussolukkoa. Turmeltuneissa soluissa (kuva 19) havaitaan mustaa sienirihmastoa sekä bakteereita. Eristettäessä rihmastoa solukon sisästä saatiin sientä, joka määritettiin *Cladosporium herbarum* -lajiksi. Kesän kuluessa viirut pitenevät, ja tuleentuessaan korsi halkeaa viirujen kohdalta, jolloin halkeaman reunamiin muodostuu tuuhea, musta *Cladosporium*-rihmasto. Näin syntyneistä halkeamista voivat monet eliöt, kuten bakteerit, sienet ja punkit joutua korren sisään, jossa ne aiheuttavat mätänemistä ja solukkojen ruskettumista.

Nestevirtauksen pysähtymisestä johtuu, että solukot ylimmässä nivelessä, joka on korren nivelistä nuorin ja pehmein, kuolevat, ja nivel ruskettuu. Samalla käyvät sekä niveleen että sen yläpuolella olevaan heikentyneeseen tähkänvarteen, varsinkin lehtitupen yläreunan kohdalle monet sekundaariset sienet käsiksi aiheuttaen siinä korren turmeltumista ja mätänemistä. Tällaisia sieniä ovat mm. monet *Fusarium*-lajit. Sekundaaristen sienten merkitys tyvitautivahinkojen lisääjinä kevätvehnässä näyttääkin olevan tärkeä sen vuoksi, että ne voivat kokonaan ehkäistä nestevirtauksen tähkään. Lisäksi näyttävät sekundaariset sienet tähkässä alentavan kahujyvien itävyyttä ja muuttavan niiden kemiallista koostumusta. Näistä sienistä ovat *Cladosporium* ja *Hormodendrum* -lajit usein syynä siihen, että kahutähkät sateisena aikana muuttuvat tummiksi, miltei mustiksi.

C. *C. herpotrichoides*-sienen isäntäkasvit

Taloudellisessa suhteessa ovat sienen tärkeimmät isäntäkasvit syys- ja kevätvehnä (Foex 1935, Bockmann 1936, 1938, 1939, 1949, 1950, Oort 1936, Sprague 1936, 1937, 1939, Glynne 1939, 1944, 1946, Björling 1948). Muista viljakasveista ovat syys- ja kevätohra sekä ruis alttiita kun taas kaura on sientä miltei täysin kestävä (Oort 1936, Bockmann 1940, Glynne 1946). Luonnonvaraisista heinäkasveista ovat *Agropyrum*-lajit alttiita *C. herpotrichoides*-sienelle ja mahdollisesti sen alkuperäisiä isäntäkasvejakin (Padwick & Henry 1933, Sprague 1936). Muita taudille alttiita luonnonvaraisia heinäkasvisukuja ovat mm. *Aegilops*, *Agrostis*, *Alopecurus*, *Apera*, *Arrhenaterum*, *Bromus*, *Dactylis*, *Deschampsia*, *Festuca*, *Lolium*, *Phalaris*, *Phleum* ja *Poa* (Roux, Foex & Rosella 1934, Sprague 1934 b, 1936, Oort 1936). Tyvilaikun aiheuttaja voi talvehtia ja suotuisissa olosuhteissa kehittää kuromia, paitsi mainittujen kasvien, myös herneen ym. palkokasvien varsissa (Fuchs 1935).

Suomessa totesin tyvilaikkua seuraavissa heinäkasveissa:

Agropyrum repens (L.) PB.
Alopecurus pratensis L.
Festuca pratensis HUDS.
Festuca rubra L.
Hordeum sativum JESS.
Poa annua L.
Poa pratensis HUDS.
Secale cereale L.
Triticum aestivum L.

Mainituista viljakasveista on vehnässä ja ohrassa sekä luonnonvaraisista heinistä juolavehnässä esiintyvällä tyvilaikulla tärkeä merkitys; rukiissa on tautia vain harvoin tavattu ja kaura on tutkituissa tapauksissa Suomessakin ollut tyvilaikkuun nähden tervettä.

D. *Fusarium*-lajit

Cercosporella herpotrichoides FRON ja *Ophiobolus graminis* SACC. -sienten ohella viljakasvien tyvessä esiintyviin *Fusarium*-lajeihin on lukuisissa viljojen tyvivioituksia käsittelevissä tutkimuksissa kiinnitetty huomiota. Tärkeimmät *Fusarium*-lajit tässä suhteessa ovat *F. avenaceum* (FR.) SACC., *F. culmorum* (W.G.SM.) SACC., *F. equiseti* (CDA) SACC., *F. graminearum* SCHW. (koteloaste *Gibberella Saubinetii* [MONT.] SACC.), *F. nivale* (FR.) CES. (koteloaste *Calonectria graminicola* [BERK. & BRME] WR.) sekä *F. scirpi* LAMB. & FAUTR. Näiden lisäksi mainitaan lukuisia muita *Fusarium*-lajeja, joita tavataan viljakasvien tyvessä (LINDFORS 1920, DOSDALL 1923, BALTZER 1930, WOLLENWEBER 1932, SCHAFFNIT 1933, BROADFOOT 1934, GREANEY & MACHACEK 1934, ROEMER, FUCHS & ISENBECK 1938, GORDON & SPRAGUE 1941, CIFERRI 1944, ZOGG 1951 ym.). *Fusarium*-sukuun kuuluvat sienet aiheuttavat korren alimmassa solmuvälissä sisä- ja ulkoseinämän ruskettumista ja korren katkeamista sekä kasvattavat useissa tapauksissa rihmastoa korren sisään (GUYOT 1934), jolloin niiden synnyttämä tautikuva korren tyviosassa muistuttaa *Cercosporella* ja *Ophiobolus* -lajien aiheuttamaa vioitusta (ROEMER, FUCHS & ISENBECK 1938, BENNETT 1939).

Tyvitautisissa kasviyksilöissä tavattavia *Fusarium*-lajeja pitää SCHAFFNIT (1932, 1933) aina sekundaarisina. SPRAGUE (1944) on osoittanut U.S.A.:ssa infektiokokein, että joidenkin *Fusarium*-lajien (*F. equiseti*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. scirpi* v. *longipes*, *F. solani* ja *F. solani* v. *martii*) merkitys viljakasveissa on vähäinen, jotkut taas kuten *F. avenaceum* ja *F. culmorum* voivat monilla heinäkasveilla olla taudinaiheuttajia. Kanadassa voivat eräät *Fusarium*-lajit olla syynä vehnän tyvivioituksiin (GREANEY & BAILEY 1927, MACHACEK & GREANEY 1936). HENRY (1924) on infektiokokein osoittanut, että *F. graminearum* ja *F. moniliforme* saattavat olla voimakkaita vehnän tyvitaudin aiheuttajia, ja näissä kokeissa oli eri sieni-isolaattien patogeenisuudessa huomattavia

eroja. Myös Oswaldin (1949) suorittamissa kokeissa oli eri *F. avenaceum*-, *F. culmorum*-, *F. equiseti*- ja *F. graminearum*-isolaattien voimakkuudessa eroja, ja useat näiden lajien isolaatit osoittautuivat tyvitautien aiheuttajiksi. Samoin Tu (1929) on havainnut *F. culmorumin* ja *F. graminearumin* isolaateissa fysiologisia ja patogeenisia eroja.

Tärkeimpinä tyvitauteja aiheuttavina *Fusarium*-lajeina pidetään Euroopassa *F. avenaceumia*, *F. culmorumia* ja *F. graminearumia* (Lindfors 1920, Baltzer 1930, Wollenweber & Reinking 1935, Bennett 1939, Ciferri 1944). Englannissa tiedetään näiden sienilajien aiheuttavan syysvehnässä, ohrassa, kaurassa ja rukiissa tyvitautia sekä tähkän turmeltumista (Moore 1949). Ruotsissa mainitaan *F. culmorumin* aiheuttaman vehnän tyvitaudin vähentyneen peittauksen ansiosta (Wahlin 1948). Nämä tyvitaudin aiheuttajat voivatkin kulkeutua kylvösiemenen mukana, mutta tärkeämpi lienee kasvijätteissä ja maassa elävien *Fusarium*-sienten aiheuttama infektio (Moore 1949). Suomessa on Jamalainen (1943 a, b, 1944) eristänyt kahutähkäisten vehnäyksilöiden korresta seuraavia *Fusarium*-lajeja: *F. arthrosporioides* Sherb., *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *F. graminearum* Schw., *F. poae* (Peck) Wr. ja *F. scirpi* Lamb. & Fautr. v. *acuminatum* Ell. & Ev.

Edellä sivulla 36 lueteltiin ne *Fusarium*-lajit, jotka kirjoittaja on eristänyt sellaisten korsien sisästä, joissa oli havaittavissa joko tyvilaikkua tai korren tyviosan ruskettumista. Huomattavana enemmistönä olivat tällöin *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., ja *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., joita oli 55.1 ja 36.2 % kaikista eristetyistä fusariumeista. Näiden lisäksi määritettiin *Fusarium*-isolaateista *F. graminearum* Schw., *F. equiseti* (Cda) Sacc., *F. scirpi* Lamb. & Fautr. sekä *F. scirpi* Lamb. & Fautr. v. *filiferum* (Preuss) Wr., joista kolmea viimeksi mainittua ei Suomessa aikaisemmin ole määritetty.

Ryhmä *Gibbosum* Wollenweber 1913, p. 31.

Fusarium equiseti (Corda) Saccardo 1886, p. 707.—Wollenweber & Reinking 1935, p. 63.

Syn. *Selenosporium equiseti* Corda 1838, p. 7,
Fusarium falcatum Appel & Wollenweber 1910 a, p. 175,
Fusarium falcatum App. & Wr. v. *fuscum* Sherbakoff 1915, p. 138,
Fusarium vasinfectum v. *pisi* Shikorra 1906, p. 157.

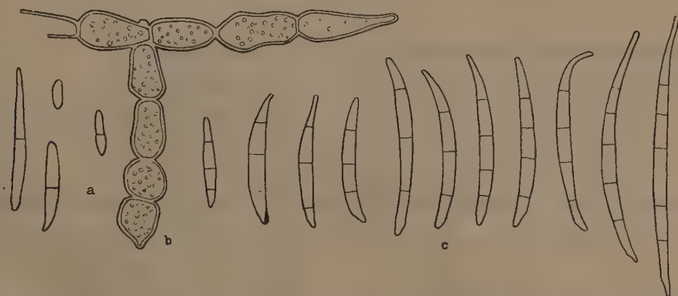
Triticum aestivum L.: Oa, Ylistaro, 14. 6. 51.
Om, Ylivieska, 13. 11. 50.

Rihmasto aluksi valkea, kellertävä tai heikosti punertava, tiheä ja runsas, myöhemmin pumpulimainen, valkea tai kellertävä, kaura-agarilla 1 kk:n ikäisissä viljelyksissä harvahko, untuvamainen, osittain alustaan painautunut, valkea tai strooman väriin vivahtava, 2—7 kk. vanhoissa viljelyk-

sissä tiheä, runsas, tiivis, valkea tai kellertävä. Mallasagarilla 2—4 kk. vanhoissa viljelyksissä valkea, runsas, ei koskaan punertava. Vehnäjauhoagarilla 1—4 kk. vanhoissa viljelyksissä niukka, reunamilla valkea, harva, keskustassa ruskehtava, matava. Czapekin ravintoalustalla 1—4 kk. vanhoissa viljelyksissä harvahko, alustaan painautunut, valkea tai strooman väriin vivahtava, koeputken seinämillä harva, untuvamainen. »Standard» (N) -alustalla (siv. 38) ilmarihmasto runsas, ruskehtava tai valkea, 2 N-konsentraatiossa erittäin tiheä, valkea tai strooman väriin vivahtava, N/2- ja N/4-konsentraatioissa harva, untuvamainen, valkea tai heikosti punertava. Rypälesokerilla ja glyseriiniagarilla ilmarihmasto heikko, tuskin havaittava, paikoin alustasta kohoutuva, enimmäkseen matava, seinämillä ohut, seittimäinen.

Strooma alle 2 kk. vanhoissa kaura-agari- ja Czapek-viljelyksissä violetinpunainen tai vaalean maksanvärinen, ei milloinkaan karmiininpunainen, 2—7 kk. vanhoissa kaura-agariviljelyksissä punertava väri häviää ja strooma muuttuu ruskeaksi, Czapekin ravintoalustalla punainen väri säilyy. Vehnäjauhoagarilla nuorissa viljelyksissä strooma tumman punainen, lähes ruskea, punaisen värin hävitessä myöhemmin. »Standard» (N) -alustalla strooma himmeän violetin punainen, maksan väriin vivahtava, värin ollessa voimakkaampi, milloin kasvualustan konsentraatio on suurempi. Mallas- ja glyseriinialustoilla heikkoa vaalean ruskeata väriä, tai väritystä ei havaita.

Lepoitiöt (klamydospoorit) pitkulaisia tai soikeita, 9.9—23.1 × 4.9—11.5 μ, usein ketjuissa, joissa 2—25 itiötä. Itiöt keltaisia tai vaalean ruskeita, suurin joukoin punertavia, niiden pinta sileä tai tuskin havaittavasti karhea. Ne kehittyvät vanhoihin kuromankannattimiin, rihmastoon ja yksittäin myös kuromiin 2 kk. vanhoissa kaura-agari-, vehnäjauhoagari-,



Kuva 20. *Fusarium equiseti* (CDA) SACC. a. Pikkukuromia 11 päivää vanhan kaura-agariviljelyksen rihmastosta; b. lepoitiöitä (klamydosporeja) 68 päivää vanhan kaura-agariviljelyksen rihmastosta; c. kuromia 19 päivää vanhan kaura-agariviljelyksen sporodokkioista. 630/1. Orig.

Figure 20. Fusarium equiseti (CDA) SACC. a. Microconidia from mycelia on 11-day-old culture; b. chlamydospores from mycelia on 68-day-old culture; c. conidia from sporodochia on 19-day-old culture, all on oatmeal agar. 630/1. Orig.

»Standard-medium» (N)- ja glyseriiniagariviljelyksissä. Klamydospoorien sisältö kaura-agariviljelyksissä hienorakeinen, vanhemmissa itiöissä havaitaan vakuoleja, tai itiöiden sisältö on kirkas ja väritön.

Sporodokkiot ilmestyvät kaura-agari, Czapek, vehnäjauho ja »Standard» (N) -alustoilla 2 viikon ikäisiin viljelyksiin. Sporodokkiot limaisena, helposti leviävänä massana tai pisaroina strooman pinnalla, väriltään aluksi vaalean keltaisia, kerman tai lohen värisiä, myöhemmin muuttuen vehnäjauho- ja kaura-agarilla vaalean- tai kanelinruskeiksi.

Kuromat nuoressa rihmastossa enimmäkseen mikro-tyyppiä, 1—3-väliseinäisiä, niiden ohella makrokonideja, myöhemmin rihmastokuromat degeneroituvat ja häviävät. Kuromat sporodokkioissa sukkulamaisia, sirppimäisesti kaartuneita, molempiin päihin suippenevia, toisinaan miltei tasapaksuja, makkaramaisia, kärkisolu useimmiten vahvasti ohentunut, suippeneva, tyvisolu selvästi jalkamainen, väliseinät ohuet, selvät (kuva 20). Kuromat enimmäkseen 0—6-väliseinäisiä, joskus myös 7—12-väliseinäisiä.

Kuromien mitat, μ:

68 päivää vanha kaura-agariviljelys, rihmastosta,

0-sept.	14.5 %	11.8 × 2.9	(10.0—13.2 × 2.8—3.0)
1- »	14.0 »	20.5 × 2.8	(19.5—21.0 × 2.6—3.0)
2- »	15.2 »	23.9 × 3.1	(18.4—28.0 × 3.0—3.2)
3- »	29.4 »	33.6 × 3.0	(28.0—38.0 × 2.8—3.2)
4- »	19.0 »	46.0 × 3.0	(36.5—53.0 × 3.0)
5- »	7.9 »	45.8 × 3.1	(42.1—48.5 × 3.0—3.2)

62 päivää vanha vehnäjauhoagariviljelys, sporodokkiosta,

3-sept.	39.5 %	52.6 × 3.2	(42.5—62.8 × 2.5—4.6)
4- »	45.4 »	54.9 × 3.9	(44.6—66.9 × 2.8—4.6)
5- »	15.1 »	63.7 × 3.4	(54.3—67.7 × 2.8—4.0)

139 päivää vanha Czapek-viljelys, sporodokkiosta,

3-sept.	10.5 %	43.4 × 3.2	(42.3—44.6 × 3.0—3.4)
4- »	42.2 »	52.4 × 3.0	(42.0—60.3 × 2.8—3.6)
5- »	47.3 »	56.1 × 3.4	(49.2—61.6 × 2.8—4.3)

26 päivää vanha »Standard-Medium» (N) -viljelys, sporodokkiosta,

3-sept.	7.2 %	48.0 × 4.2	(35.9—59.6 × 2.8—5.5)
4- »	41.8 »	57.0 × 4.8	(46.9—70.3 × 2.8—5.7)
5- »	50.4 »	61.6 × 4.6	(48.2—74.1 × 3.9—5.7)
6- »	0.6 »	62.8 × 4.8	

Sientä tavataan kaikissa maanosissa viljakasveissa, herne- ja koristekasveissa ja rikkaruohoissa sekä mullassa, jätteissä ja muissa sienissä (mm. *Sclerodermassa*) (WOLLENWEBER & REINKING 1935). Sieni aiheuttaa *Solanum lycopersicumissa* hedelmämätää (SHERBAKOFF 1915).

Fusarium scirpi Lambotte & Fautrey 1894, p. 111. Wollenweber & Reinking 1935, p. 66.

Syn. *Fusarium scirpi* Lamb. & Fautr. v. *pallens* Bennett 1932, p. 21.
Fusarium scirpi Lamb. & Fautr. v. *nigrans* Bennett 1932, p. 21.
Fusarium gibbosum Appel & Wollenweber 1910 b, p. 437.

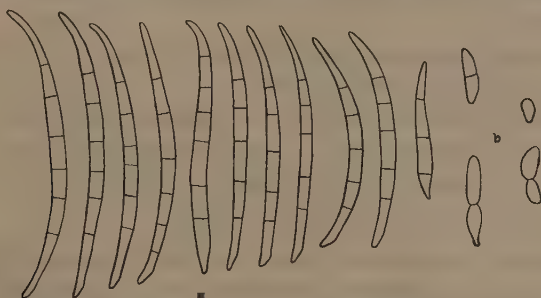
Agropyrum repens (L.) PB.: Oa, Ylistaro, 26. 7. 50.

Rihmasto valkea, runsas, harvahko, toisinaan hieman ruskehtava, myöhemmin harva, seittimäinen tai untuvamainen, 1—6 kk. vanhoissa kaura- ja vehnäjauhoagariviljelyksissä rihmasto untuvamainen, muuttuu lähellä alustaa oliivin- tai kanelinruskeaksi, paikoitellen häviten pseudopionnotes-kerroksen muodostuessa. »Standard» (N) -alustalla ilmarihmasto aluksi valkea, runsas, untuvamainen, myöhemmin 5—8 kk:n ikäisissä viljelyksissä alustaan painautunut, stromaattiseksi rihmastoksi muuttuen. Czapekin ravintoalustalla ja mallasagarilla ilmarihmasto valkea, harva, pumpulimainen.

Strooma kaikilla alustoilla aluksi väritön, myöhemmin vehnäjauho-, kaura- ja mallasagarilla puun- tai kanelinruskea; Czapekin ravintoalustalla, »Standard» (N) -alustalla, rypälesokeri- ja glyseriiniagarilla ei ruskettumista havaita.

Klamydospoorit harvinaisia, niitä havaittu 6 kk. vanhoissa vehnäjauhoagariviljelyksissä ja ne esiintyvät pitkinä ketjuina tai rypälemäisinä kasautumina, joissa 6—20 itiötä. Klamydospoorit 8.9—17.7 μ, keskimäärin 13.3 μ, niiden pinta sileä, väritön tai heikosti kellertävä.

Sporodokkiot ilmaantuvat 1—3 kk. vanhoihin kaura-agariviljelyksiin limaisina, lohenvärisinä tai vaalean ruskeina pisaroina tai kasautumina, jotka myöhemmin kuivuvat kanelin- tai nahanruskeiksi, karstamaisiksi muodostumiksi. Czapekin ravintoalustalla, rypälesokeri-, mallas- ja glyseriiniagarilla sekä »Standard» (N) -alustalla ei sporodokkioita muodostunut.



Kuva 21. *Fusarium scirpi* Lamb. & Fautr. a. Kuromia 28 päivää vanhan kaura-agariviljelyksen sporodokkiosta; b. pienkuromia saman viljelyksen rihmastosta. 630/1. Orig.

Figure 21. Fusarium scirpi Lamb. & Fautr. *a. Conidia from sporodochia on 28-day-old oatmeal agar culture; b. microconidia from mycelia of the same culture. 630/1. Orig.*

Ilmarihmastossa aluksi 0—5-väliseinäisiä pienkuromia. Pienkuromat soikeita, makkaranmuotoisia, usein hieman kaartuneita, molempiin päihin suippenevia. Kuromat 3—6 (joskus myös 8—11) -väliseinäisiä, sirppimäisesti kaartuneita, niiden kärkisolu pidentynyt, suippo ja usein voimakkaasti kaartunut, tyvisolu selvästi jalkamainen (kuva 21).

Kuromien mitat, μ:

30 päivää vanha kaura-agariviljelys, sporodokkiosta,

3-sept.	6.2 %	42.9 × 3.3	
4- »	18.8 »	48.4 × 3.8	(42.8—56.1 × 3.5—4.5)
5- »	49.1 »	63.8 × 4.1	(51.0—69.3 × 3.8—4.5)
6- »	25.9 »	66.3 × 4.4	(66.0—72.6 × 4.2—4.8)

3 kk. vanha kaura-agariviljelys, sporodokkiosta,

4-sept.	0.5 %	56.1 × 4.3	
5- »	63.8 »	65.5 × 4.1	(50.5—78.4 × 3.4—4.8)
6- »	35.7 »	69.9 × 3.9	(60.5—76.3 × 3.2—4.8)

6 kk. vanha vehnäjauhoagariviljelys, rihmastosta

0-sept.	0.6 %	11.2 × 2.3	
1- »	26.7 »	17.5 × 3.4	(13.4—20.0 × 2.5—4.8)
2- »	4.3 »	23.6 × 3.4	(20.5—26.8 × 2.5—4.1)
3- »	43.7 »	28.6 × 4.1	(24.6—38.2 × 2.3—5.1)
4- »	6.7 »	37.5 × 4.8	(26.8—38.2 × 4.6—5.1)
5- »	17.5 »	64.4 × 4.3	(55.9—71.5 × 3.2—4.8)
6- »	0.5 »	66.9 × 2.8	

Sieni esiintyy viljakasveissa tyvitautien aiheuttajana sekä muiden tyvitautisienten ohella sekundaarisena loisena, myös muilla kasvilajeilla hedelmä- ja varsimädän aiheuttajana; sen merkitys lienee vähäinen (Wollenweber & Reinking 1935).

Fusarium scirpi Lambotte & Fautrey 1894, p. 111, var. *filiferum* (Preuss) Wollenweber 1931, p. 337.

Syn. *Fusarium filiferum* (Preuss) Wollenweber 1917, p. 16.
Fusarium caudatum Wr. v. *solani* Sherbakoff 1915, p. 140.
Fusoma filiferum (Pr.) Saccardo 1886, p. 221.

Festuca rubra L.: Oa, Ylistaro, 13. 7. 50.

Rihmasto runsas, harvahko, valkea tai vanhemmissa viljelyksissä ruskehtava; taipumus ilmarihmaston häviämiseen ja pseudopionnotesmuodon kehittämiseen on muunnoksella suurempi kuin päämuodolla. Pseudopionnotesmuodossa ei ilmarihmastoa havaita lukuunottamatta pientä tupsua kasvualustan reunassa, pionnoteskerros vaalean lohenvärinen, myöhemmin ruskehtavan lohenvärinen, kaura-agarilla joskus punertavanruskea, esiintyy pienten sporodokkioiden kaltaisena massana samankeskisinä vyöhykkeinä, joiden keskipiste on inokulointikohta. Pseudopionnotes-

muoto hyvin pysyvä, se saadaan palautumaan rihmastomuotoon vain elävissä, saastuneissa kasviyksilöissä.

Strooma aluksi väritön, myöhemmin vehnäjauho-, kaura- ja mallasagarilla puun- tai kanelinruskea, ei koskaan punertava tai keltainen; Czapekin ravintoalustalla, »Standard» (N) -alustalla, rypälesokeri- ja glyseriiniagarilla ei ruskettumista.

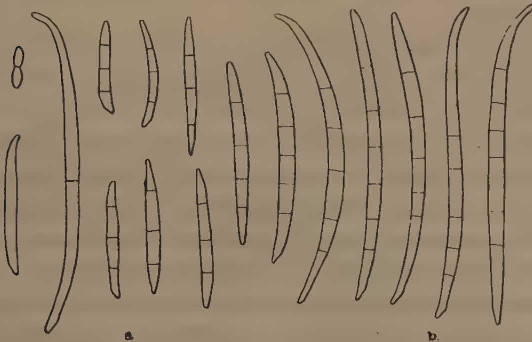
Klamydospooreja voidaan tavata, mutta kirjoittajan viljelyksissä niitä ei esiintynyt.

Sporodokkiot ilmaantuvat 2 kuukauden ikäisiin kaura-agariviljelyksiin oranssinkeltaisina, kermanvärisinä tai vaalean lohenvärisinä, pieninä pisaroina, muuttuen myöhemmin punertavan oranssinvärisiksi ja häviten pionnotes-kerroksen syntyessä.

Kuromia syntyy toisinaan rihmastossa, jolloin ne enimmäkseen ovat pieniä, soikeita tai sukkulanmuotoisia, molemmista päistään pyöristyneitä mikrokonideja. Pionnoteskerroksessa sekä sporodokkioissa kuromat ovat sirppimäisesti kaartuneita, keskeltä paksumpia, niiden kärkisolu on usein pidentynyt ja kaartunut, suippo, tyvisolu selvästi jalkamainen, kuromat 0—6, enimmäkseen 3—6-väliseinäisiä, kellertäviä tai vaalean ruskehtavia, keskimäärin pitempiä kuin päämuodon kuromat (kuva 22).

2 kk. vanhassa kaura-agariviljelyksessä olivat kuromien mitat, μ:

1-sept.	4.4 %	15.4 × 3.2	(13.2—16.5 × 3.0—3.6)
3- »	7.4 »	32.0 × 3.4	(23.1—37.8 × 3.3—3.6)
4- »	1.5 »	46.2 × 3.3	
5- »	57.4 »	71.3 × 3.6	(57.7—82.5 × 3.3—4.9)
6- »	29.3 »	76.6 × 4.0	(66.0—89.1 × 3.6—4.9)



Kuva 22. *Fusarium scirpi* v. *filiferum* (PR.) WR. a. Kuromia 28 päivää vanhan kaura-agariviljelyksen rihmastosta; b. kuromia saman viljelyksen sporodokkiosta. 630/1. Orig.

Figure 22. Fusarium scirpi v. filiferum (PR.) WR. a. Conidia from mycelia on 28-day-old oatmeal agar culture; b. conidia from sporodochia of the same culture. 630/1. Orig.

Sieni tavataan mätänevissä kasvi- ja eläinjätteissä, muissa sienissä sekä tyvitaudin saastuttamien viljakasvien korressa (WOLLENWEBER & REINKING 1935).

Viime aikoina on *Fusarium*-lajien ominaisuuksiin ja aikaisempiin määritysperusteisiin kiinnitetty huomiota ja todettu, että lajien eroavuudet, sillä tavoin kuin ne esitetään WOLLENWEBERin ja REINKINGin (1935) *Fusarium*-systematiikassa, eivät ole pysyviä eivätkä määritysperusteina täysin luotettavia (SNYDER & HANSEN 1940, 1941, 1945). Niinpä vaihtelevat kuromien mitat, klamydospoorien ja sporodokkioiden esiintyminen tai puuttuminen, ilmarihmaston ja strooman väri sekä kuromien muodostumistapa (rihmastossa tai sporodokkiossa) samalla lajilla riippuen kasvualustasta ja viljelyksen iästä. Lisäksi esiintyy esimerkiksi *Roseum* ja *Gibbosum* -ryhmissä yksikuromaviljelyksissä muotoja, jotka täysin poikkeavat alkuperäisen lajin ja ryhmän ominaisuuksista. Niinpä tavataan mainituissa ryhmissä vaihtelevuutta klamydospoorien muodostumiseen nähden, mikä on otettu WOLLENWEBERin ja REINKINGin järjestelmässä näiden ryhmien peruseroavuudeksi. Mainituista syistä SNYDER ja HANSEN (l. c.) ovat ryhmittäneet *Fusarium*-lajit uudelleen siten, että niitä on vain yhdeksän ja lisäksi joitakin ala- ja rinnakkaislajeja.

Tässä tutkimuksessa on *Fusarium*-lajit määritetty WOLLENWEBERin ym. (1925) sekä WOLLENWEBERin ja REINKINGin (1935) järjestelmän mukaan. Kirjoittajan eristämät, heinäkasveissa tyvitautien ohella tavatut lajit kuuluisivat SNYDERin ja HANSENin (1945) järjestelmän mukaan lajiin *Fusarium roseum* (LINK.), sen alamuotoon f. *cerealis* (CKE) SNYDER & HANSEN, johon luetaan viljakasveissa tavalla tai toisella patogeenisina esiintyvät lajin edustajat.

a. Infektiokokeet.

Edellä (siv. 54—58) selostettujen infektiokokeiden ohella tutkittiin eristettyjen *Fusarium*-lajien patogeenisuutta vehnää koekasvina käyttäen. Infektiokokeet suoritettiin sekä *Fusarium*-lajeilla yksinään että sekainfektioina, jolloin vehnänoraat inokuloitiin *Fusarium*-lajien lisäksi yhdellä *C. herpotrichoides*-isolaatilla. Koe- ja analyysimenetelmät olivat samat kuin edellä selostetuissa infektiokokeissa. Tulokset esitetään taulukossa 20.

Kokeissa olleista viidestä *Fusarium*-lajista oli *F. culmorum* voimakkaimmin patogeeninen. Kun tämä tiedettiin jo kirjallisuuden perusteella (vrt. s. 62), määritettiin neljän *F. culmorum*-isolaatin infektiokyky. Tällöin osoittautui, että kolme näistä (n:ot 205, 226 ja 251) olivat voimakkaita patogeeneja, kun sen sijaan yhden isolaatin (n:o 217) kyky saastuttaa kevätvehnää oli vähäinen. Kokeen alussa, ennen kuin tämä tiedettiin, oli sekainfektioon *Cercosporella herpotrichoides* -sienen kanssa valittu sattumalta

Taulukko 20. Eräiden *Fusarium*-lajien patogeenisuus yksinään sekä sekainfektiossa.

Table 20. Pathogenicity of some Fusarium species in single and mixed infections.

Sieni ja isolaatin n:o *Fungus and no. of isolate*		Korsia kpl. kussakin tautisuusluokassa *Straws showing degree of infection* 0	1	2	3	4	5	Saastunta *Infection* %
C. herpotrichoides	96	9	11	0	6	15	13	57.0
F. culmorum	205	7	1	1	0	17	32	79.6
»	217	37	16	2	0	10	0	18.4
»	226	24	14	5	9	23	33	57.0
»	251	5	3	8	11	13	7	59.2
C. herpotrichoides + *F. culmorum*	96 + 217	6	0	19	5	7	11	56.6
F. avenaceum	220	22	8	4	10	13	21	52.0
C. herpotrichoides + *F. avenaceum*	96 + 220	5	0	9	7	17	17	69.8
F. equiseti	211	22	15	9	8	9	5	34.8
C. herpotrichoides + *F. equiseti*	96 + 211	49	21	6	2	3	0	12.6
F. scirpi	153	24	24	7	1	3	0	18.0
C. herpotrichoides + *F. scirpi*	96 + 153	5	0	10	14	20	9	64.4
F. scirpi v. *filiferum*	145	31	16	5	4	3	0	17.0
C. herpotrichoides + *F. scirpi* v. *filiferum*	96 + 145	5	6	12	7	15	4	53.4
Kontrolli — *Check*		118	7	0	0	6	3	6.8

heikoin *F. culmorum*-isolaatti, minkä vuoksi viimeksi mainitun lajin patogeenisuus tällöin ei ilmennyt selvänä. Muista *Fusarium*-lajeista osoitti *F. avenaceum* yksinkin voivansa aiheuttaa tyvitautia, samoin *F. equiseti* jossain määrin. Sen sijaan *F. scirpi* ja sen muunnos v. *filiferum* olivat heikkoja patogeeneja.

Zoggin (1951) mukaan voi saastunta sekainfektiossa olla joko indifferentti (»epämääräinen»), heikentynyt tai voimistunut. Indifferentillä tuloksella tarkoitetaan yhtä voimakasta saastuntaa kuin sekainfektion voimakkaimman komponentin yksinään aiheuttama on, jolloin heikompien komponenttien vaikutus ei tule näkyviin. Heikentyneessä tai voimistuneessa saastunnassa on sekainfektion yhteistulos vastaavasti alhaisempi tai korkeampi kuin voimakkaimman komponentin yksinään aiheuttama saastuntatulos. Useamman sienen yhdessä aiheuttama saastunta on saman tutkijan mukaan ratkaisevasti riippuvainen näiden sienten vaikutuksesta toisiinsa ennen infektiota. Tämä vaikutus saattaa Zoggin mukaan olla laadultaan kemiallista.

Suorittamassani kokeessa käytin *Cercosporella herpotrichoides* -isolaattia 96, joka osoittautui keskinkertaisen voimakkaaksi tyvitaudin aiheuttajaksi. Tämän sienen ja heikon *Fusarium*-lajin (*F. scirpi* ja *F. scirpi* v. *filiferum*) yhteisvaikutus kevätvehnään sekainfektiossa antoi tulokseksi indifferentin eli vahvemman komponentin mukaisen saastunnan. Sen sijaan

C. herpotrichoideksen ja vahvahkon *F. avenaceum*in sekainfektiossa oli saastunta voimakkaampi kuin jommankumman komponentin yksinään aiheuttama saastunta. *F. equiseti* ja *C. herpotrichoides* yhdessä antoivat saastuntatuloksen, joka oli alempi kuin jommankumman erikseen aiheuttama saastunta. Tällöin on molemmilla sienillä voinut olla vaikutusta toisiinsa ennen infektion tapahtumista, jollaista sekainfektiossa joskus havaitaan.

Selostetut kokeet osoittavat, että *F. avenaceum* ja *F. culmorum* voivat Suomessa olla tyvitaudin aiheuttajia; niiden ohella esiintyvällä *Cercosporella herpotrichoides* -sienellä on kuitenkin primaarisena loisena ensiarvoinen merkitys. Tyvilaikun vaivaamissa kasviyksilöissä voidaan tavata monia muitakin *Fusarium*-lajeja, mutta useat niistä esiintyvät tällöin joko mädänsyöjinä tai heikentyneiden kasvien loisina. Kirjoittajan eristämistä lajeista olivat *F. equiseti*, *F. scirpi* ja *F. scirpi* v. *filiferum* tällaisia sekundaarisia lajeja.

3. *Amblymerus graminum* HÅRDH.

A. Levinneisyys.

Suomi. Eri osista maata vuosina 1949—1952 kerätyt vehnänäytteet on taulukossa 21 ryhmitetty vehnäkiilukkaan (*A. graminum*) vioittamien korsien lukumäärän perusteella viiteen ryhmään ja ilmaistu näytteiden määrä kussakin ryhmässä. Taulukosta huomataan, että 141:ssa eli 49.3 %:ssa näytteistä ei hyönteistä lainkaan esiintynyt. 90:ssa näytteessä (31.5 %:ssa kaikista näytteistä) oli hyönteisen vioittamia korsia 1—20 % näytteiden määrän vähentyessä pahemmin saastuneissa ryhmissä. Keskimääräinen saastuntaprosentti oli korkein (20.6) Etelä-Pohjanmaalla, jossa hyönteisen merkitys kahutähkäisyyden aiheuttajana onkin tärkeä. Tämän alueen pahimmin vioittuneet vehnäviljelykset ovat Vaasan lähiympäristössä (Jepuan, Koivulahden, Kruununkylän, Maksamaan, Närpiön, Oravaisten ja Pirttikylän pitäjissä), ja hyönteinen käy sitä harvinaisemmaksi, kuta etäämmäksi näistä seuduista siirrytään (liite 1). Satakunnan sekä Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan rannikkoalueilla on hyönteisen merkitys myös huomattava, sen sijaan sisämaassa on lajia havaittu vain erillistapauksina, eikä sillä näillä alueilla toistaiseksi liene sanottavaa merkitystä (kuva 23). Tutkiessani elokuun 1—2. päivinä 1952 Ahvenanmaalla Finströmin, Jomalan, Saltvikin ja Sundin pitäjissä vehnäviljelyksiä en todennut siellä *A. graminum*ia.

Mainittakoon, että REUTER (1900) löysi valkotähkäisyyden aiheuttajia Länsi-Suomessa tutkiessaan *Phleum pratensen* korren sisästä *Pteromalinae*-alaheimoon kuuluvan kiilupistiäisaikuisen, joka ei kuulunut ainakaan *Isosoma* (*Harmolita*) -sukuun eikä tätä lähellä oleviin, kasviravintoa hyväk-



Kuva 23. Eri pitäjistä vuosina 1946—1953 kerättyjen kevätvehnänäytteiden lukumäärä, joissa todettiin *A. graminumin* vioitusta.

Figure 23. Number of spring wheat samples from different provinces, in 1946—1953, with injuries of A. graminum.

seen käyttäviin sukuihin. REUTER (l. c.) totesi myös *Alopecurus pratensiksen* korressa pieniä valkeita toukkia, jotka eivät korteen aiheuttaneet ainakaan ulkoista vioitusta tai äkämiä. Vaikka tarkemmat tiedot näiden hyönteisyksilöiden esiintymisestä ja rakenteesta puuttuvat, on lähellä ajatus, että tällöin löydetyt toukat mahdollisesti olisivat olleet vehnäkiilukkaan toukkia.

Taulukko 21. Eri osista maata saatujen kevätvehnänäytteiden määrät *A. graminum*in runsauden mukaan ryhmitettyinä.

Table 21. Number of samples having different degree of infestation by A. graminum.

Alue *Province*	*A. graminum*in vioittamia korsia % *Straws infested by A. graminum* % 0 kpl.	%	1—20 kpl.	%	21—50 kpl.	%	51—70 kpl.	%	71—100 kpl.	%	Näytteitä kaikkiaan kpl. *Total number of samples*	Keskimääräinen hyönteissaastunta % *Average straws infested* %
Varsinais-Suomi (Ab) ...	21	100	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0
Satakunta (St)	9	53	8	47	0	0	0	0	0	0	17	5.4
Etelä-Pohjanmaa (Oa) ..	23	24	39	41	20	21	8	9	4	5	94	20.6
Keski-Pohjanmaa (Om) .	29	40	24	33	16	22	4	5	0	0	73	13.6
Pohjois-Pohjanmaa (Ob) .	3	43	4	57	0	0	0	0	0	0	7	4.6
Uusimaa (N)	8	100	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
Etelä-Häme (Ta)	10	72	2	14	2	14	0	0	0	0	14	4.8
Pohjois-Häme (Tb)	5	64	3	36	0	0	0	0	0	0	8	2.9
Etelä-Karjala (Ka)	4	66	2	34	0	0	0	0	0	0	6	2.0
Etelä-Savo (Sa)	19	76	6	24	0	0	0	0	0	0	25	2.4
Pohjois-Savo (Sb)	3	75	1	25	0	0	0	0	0	0	4	2.2
Pohjois-Karjala (Kb) ...	7	78	1	11	1	11	0	0	0	0	9	4.3
Kaikkiaan — *Total*	**141**	**49.3**	**90**	31.5	**39**	13.6	12	**4.2**	**4**	1.4	**286**	**6.0**

R u o t s i. Kun oli ilmennyt, että *Amblymerus graminum*ia tavataan runsaimmin Pohjanlahden rannikkoalueilla ja erityisesti Vaasan ympäristöpitäjissä, heräsi kysymys tämän aikaisemmin tuntemattoman hyönteisen mahdollisesta esiintymisestä myös Pohjanlahden vastakkaisella puolella. Tämän selvittämiseksi tein elokuun 15—20. päivinä 1950 matkan Ruotsin Länsipohjaan (Västerbotten), jossa tutkin vehnäviljelyksiä Bodenin, Luleån, Skellefteån ja Umeån lähiympäristöissä. Lisäksi kävin Gävlen läänissä sijaitsevan Bollnäsin kaupungin seudulla tarkastamassa kevätviljaviljelyksiä. Tällöin suoritin matkat paikallisten maatalousneuvojien opastamana henkilöautolla.

Norrlandissa, joka etelässä ulottuu samalle leveysasteelle kuin Uusikaarlepyy, tavataan *A. graminum*ia pistokokein suoritetun tutkimuksen mukaan koko rannikkoalueella. Suurin on sen merkitys Umeån seudulla, jossa Statens Växtskyddsanstaltin taholta annetun tiedon mukaan kevätvehnän viljely on tyvituhojen vuoksi erittäin vähäistä. Niillä kevätvehnäviljelyksillä, jotka tarkastin (Einar Bäckström, Stöckeby; John Bäckström, Stöckeby; Holger Lundquist, Stöckeby; Gotthard Sandström, Stöcksjö; Umeå Lantmannaskola, Umeå) oli kahutähkäisiä kasveja 50—85 % yksilöiden koko määrästä. Tutkiessani tarkemmin kahutähkäisiä kasveja totesin niissä voimakkaan *Cercosporella herpotrichoides* -saastunnan ohella lukuisasti *A. graminum*-toukkia. Kevätvehnä oli näissä tapauksissa Tammilajiketta. Juolavehnäkasvustoissa oli täällä paikoin jokainen kasviyksilö

vehnäkiilukkaan vioittama. Siirryttäessä Umeån seudulta pohjoisemmaksi väheni *A. graminum*in merkitys ja runsaus. Skellefteån seudulla oli tarkastetuissa kevätvehnäviljelyksissä (Gustav Boström, Skråmträsk; Axel Nilsson, Varuträsk) kiilukkaan aiheuttamat vahingot vähäiset ja Notvikenissä (Porsögården), joka on samalla leveysasteella kuin Kemi, tavattiin 18:ssa tutkitussa kevätvehnänäytteessä keskimäärin vain 1.5 %:ssa kasveista *A. graminum*in toukkia. Norrlandista etelään, Bollnäsin kaupungin ympäristössä, joka on suunnilleen Porin korkeudella, tapasin Helsingmossa yhdellä tilalla (C. G. Granlund, Helsingmo) joitakin vehnäkiilukastoukkia. Seuraavilla tiloilla, joilla vehnäviljelykset niinikään tutkittiin, ei tätä hyönteistä havaittu: Erik Johnsson, Säversta; Axel Schedin, Kilafors; B. Sundberg, Sunnanö.

B. Rakenne ja muodonvaihdos.

Laji muistuttaa jonkin verran hessiläissääskessä sisäloisena elävää *Amblymerus mayetiolae*ta GAHAN (1933), mutta eroaa siitä rakenteeltaan ja etenkin elintavoiltaan. Rakenteellisista eroavuuksista on lajin kuvauksen perusteella mainittava seuraavaa (HÅRDH 1950 a). *Amblymerus mayetiolae*lla on suukilpi hienojuovainen, *A. graminum*illa pisteinen tai epäselvästi juovainen. Edellisellä lajilla on naaraan tuntosarvien nuija paksumpi kuin siima ja erottuu selvästi siimasta. Jälkimmäisellä lajilla tuntosarven

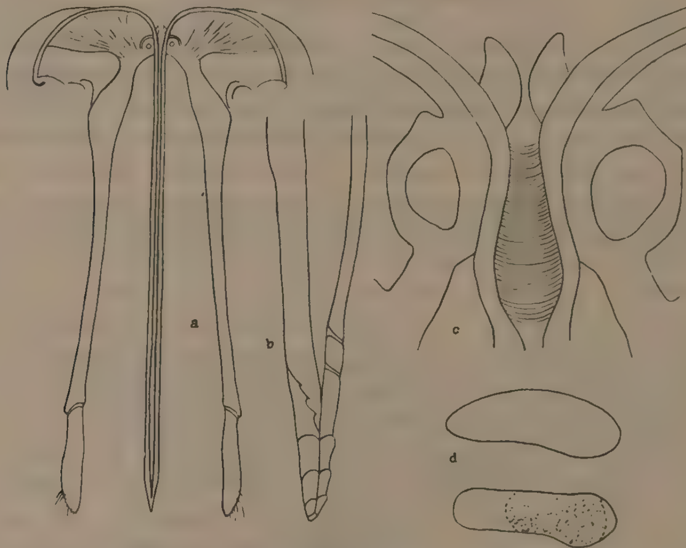


Kuva 24. *Amblymerus graminum* HÅRDH ♀. 20/1. Orig.
Figure 24.

siima paksunee vähitellen (kuva 24), joten selvää nuijamaista paksunnosta tuntosarvien päissä ei ole. Edellisellä on tuntosarvissa lyhyet, ohuet sukaset, jälkimmäisellä taas sukaset ovat voimakkaat ja kohtalaisen pitkät. Tuntosarven varsi on edellisellä lajilla punertavan ruskea, jälkimmäisellä ainakin tyviosastaan vaalean keltainen. Koiraan tuntosarven viimeisessä

nivelessä on tällä kaksi mustaa täplää. *A. mayetiolae*n yläleuat ovat kellertävät, *A. graminum*illa ruskeat ja näiden hampaat tumman ruskeat, lähes mustat. Edellisellä lajilla on takaruumiin selkäpuoli useimmiten musta, vatsapuoli ja joskus koko takaruumis kuparinhohtoinen. Jälkimmäisellä lajilla on takaruumis kauttaaltaan tumman vihreä tai sinertävä.

Täysikasvuisen hyönteisen elimistä tarkastellaan tässä ainoastaan naaraan pistintä, koska sen rakenteesta ja pituudesta on hyönteisen esiintyminen eri kasvilajeissa ja -yksilöissä osaksi riippuvainen. Pistin sijaitsee takaruumiin vatsapuolella erityisessä pistinkammiossa, joka SNODGRASSin (1910) mukaan on takaruumiin kahdeksannen, yhdeksännen ja kymmenennen jaokkeen sisässä. Pistin on putkimainen elin, joka monilla lajeilla on kolmen erikoisella tavalla kehittyneen gonapofyysin siten muodostama, että näiden väliin jää putkimainen kanava. Mainituista kolmesta lohkosta yksi muodos-



Kuva 25. a. *A. graminum*in pistin tyvikaarineen sekä perälisäkkeet; b. pistimen kärki; c. pistimen paksunnos sekä sipulimaiset laajennukset pistimen tyvessä; d. munia vehnän korresta. a. 50/1; b. 500/1; c. 450/1; d. 100/1. Orig.

Figure 25. a. Sting of A. graminum, the arms and palpi; b. tip of sting; c. bulb of sting and widening at base of sting; d. eggs from wheat stem. a. 50/1; b. 500/1; c. 450/1; d. 100/1. Orig.

taa pistimen kansilohkon, molemmat muut putken sivuseinämät. Kansilohko on tyvestään paisunut muodostaen pistimen paksunnoksen, jonka sisäpinnassa *A. graminum*illa huomataan rengasmaisia vahvikkeita ja joka pitenee sisäänpäin kahdeksi pistimen tyvikaareksi (kuva 25 a). Nämä ovat kiinnittyneet kolmeen vahvaan levypariin, jotka ovat muodostuneet kah-

deksannen, yhdeksännen ja kymmenennen jaokkeen vatsakilvistä. Näistä yhden levyparin tyviosa muodostaa *A. graminum*illa sipulimaisen laajennuksen pistimen tyvessä sekä huulimaiset pidennykset pistimen paksunnoksen eteen (kuva 25 c). Sipulimaiset laajennukset ovat onttoja ja toimivat nähtävästi »saranana», jonka varassa pistin muninnan tapahtuessa kääntyy vatsapuolella muninta-asentoon. Eräs levypareista jatkuu taaksepäin rihmamaisina lisäkkeinä, jotka *A. graminum*illa ovat kaksijaokkeisia ja joiden kärjessä on sukasia. Muuten ovat perälisäkkeet tällä lajilla kaljuja. Pistimen sivulohkot sekä kansilohko suippenevat pistinputken kärjessä teräväksi, pyöreäpäisin paksunnoksin varustetuksi piikiksi (kuva 25 b).

Pistimen pituus saranasta kärkeen on viidellä hyönteisyksilöllä suoritettujen mittausten mukaan 0.72—1.24 mm, keskimäärin 0.92 mm. Pistimen paksunnos oli eräällä yksilöllä 66 μ:n pituinen ja 27 μ:n läpimittainen. Sipulimaiset laajennukset olivat samalla yksilöllä 45 μ:n läpimittaisia. Pistimen paksuus oli viidellä yksilöllä keskimäärin 25.0 μ ja putken sisäläpimitta lepotilassa 12.4 μ. Kun pistin on kolmen toisistaan irrallaan olevan osan muodostama, joita liittää toisiinsa vain kansilohkossa olevat ohjauslaipat, voi pistinputki jonkin verran laajeta munan kulkiessa sen läpi (IMMS 1925).

a. M u n a. Hyönteislajien lisääntymispotentiaaliin vaikuttaa FRIEDERICHSin (1930) mukaan munien keskimääräinen luku naarasta kohden. Tämä seikka antoi aiheen tutkia *A. graminum*-naaraiden munamäärää. Sitä varten preparoitiin vasta tapettujen naaraiden munat esille, tutkittiin niitä sekä mitattiin 100 umpimähkään valittua munaa. Viidellä naarasyksilöllä oli tällöin 20—123, keskimäärin 55 munaa yksilöä kohden. Munien lukumäärä oli sitä suurempi kuta kookkaampi hyönteinen. Samantapaista riippuvuutta on havaittu mm. *Harmolita tritici*llä FITCH (CHAMBERLIN 1941) ja *Mayetiola destructor*illa SAY (WALKDEN 1945). Munat olivat tutkituissa hyönteisyksilöissä soikeita tai miltei pallomaisia, 24.6—91.0 × 18.2—50.2 μ, keskimäärin 45.2 × 31.4 μ:n kokoisia, ohut- ja sileäkuorisia. Niissä ei ollut sellaisia lisäkkeitä, joita tavataan monilla muilla kiilupistiäislajeilla, mm. *Eurytominae*-alaheimon edustajilla (PHILLIPS 1920, 1927, BISCHOFF 1927). Munissa on havaittavissa hieman tummempi tuma sekä rasvavakuoleja. Kun muna kulkee pistimen läpi, se muuttaa muotoaan pidentyen ja oheten. Muninnan jälkeen ovat munat pitkulaisia, keskimäärin 180 × 28 μ:n kokoisia, ja niissä on solulima usein palloutunut keskelle (kuva 25 d). On ilmeistä, että pistimen läpi kulkiessaan muna ohenee voimakkaan puristuksen vaikutuksesta ja venyy molemmista päistään.

*Amblymerus graminum*in muna-aika kestää luonnon olosuhteissa tehtyjen havaintojen mukaan 2—5 päivää. Toukkavaiheen alkaessa huomataan munassa sitä voimakkaalla suurennuksella tarkastettaessa toukan jaokkeiden ilmaantumista sekä heikkoa liikettä.

b. Toukka. Ensi asteen toukka on 0.3 mm:n pituinen, molemmista päistään suippeneva. Sen kitiinipeitteessä on tiheässä pieniä nystyjä, jotka helpottavat toukan kiinnittymistä kasvin seinämään sekä etenemistä. Nuorella toukalla ei raajoja tai rintakyhmyjä havaita, ja toukka on varsin hidas liikkeissään. Ensi asteen toukan ruumis on 13-jaokkeinen päätä lukuunottamatta. Päässä on pari tuntokarvoja tai -kyhmyjä, jotka erottuvat selvästi varsinkin selkäpuolelta toukkaa tarkasteltaessa (kuva 26). Toukan suuosat muodostavat pään alapuolella pyöreän imulavan, jonka keskellä ylä- ja alahuuli toimivat pumppumaisena imuelimenä. Toukan nahanluontien lukumäärää en ole varmuudella todennut, koska tyhjät toukannahat tällä, samoin kuin monilla muilla pienillä loispistiäisillä ovat erittäin ohuita, värittömiä ja vaikeasti havaittavia. Kiilupistiäisillä ei PHILLIPSin (1927) mukaan usein voidakaan todeta useampia kuin 2—3 nahanluontia, mutta siitä huolimatta oletetaan niilläkin säännöllisesti olevan neljä nahanluontia ja viisi toukka-astetta, kuten useimmilla muilla pistiäisillä.



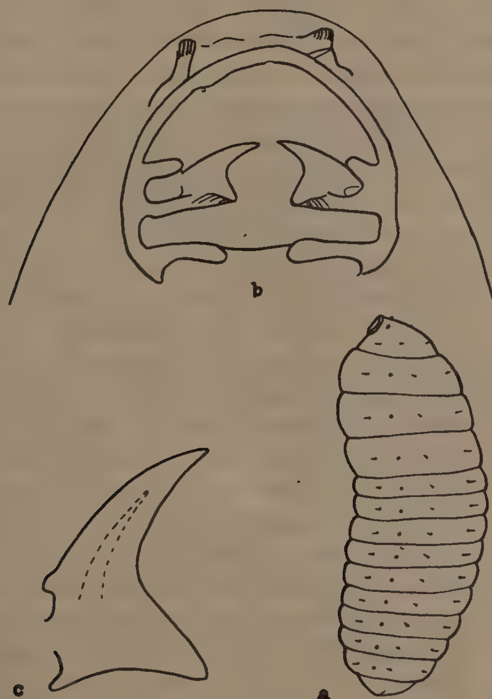
Kuva 26. *A. graminum*in ensi asteen toukka (a), sen pää sivulta (b). 270/1. Orig.
Figure 26. First instar larva of A. graminum (a), its head in lateral view (b). 270/1. Orig.

Suotuisissa olosuhteissa toukka kasvaa sangen nopeasti. Kasvunopeuden mittaamiseksi tutkittiin vv. 1950 ja 1951 toukan kasvua huoneenlämmössä (18° C) ja pidettiin vehnän korresta löydettyjä toukkia sitä varten petrinmaljassa kostean imupaperin päällä vehnänkorren kappaleen mukana, jossa oli tähkäluteen (*Miris* sp.) munia. Nämä ovat, kuten myöhemmin osoitetaan, korren sisässä asustavan toukan ravintona. Ajoittain suoritetut mittaukset toukkien pituudesta antoivat seuraavia tuloksia, jotka ovat 6:lla toukalla suoritettujen mittausten keskiarvoja.

Aikaa kulunut kokeen alusta päivää	Toukkien keskimääräinen pituus mm
0	0.3
2	0.7
4	1.1
5	1.6
6	1.6

Toukkien kasvu oli mainituissa olosuhteissa, 18° C:n lämpötilassa ja kyllästyskosteudessa, 0.2—0.5 mm vuorokaudessa, ja kasvunopeus lisääntyi ravinnonottovaiheen lopussa. Tänä aikana kukin toukka söi 3—5 munaa.

Täysimittainen toukka on 0.9—1.8 mm pituinen, 0.3—0.7 mm paksuinen, lieriömäinen, usein hieman kaareva. Jaokkeita on siinä 13; ne ovat tasapaksut, lukuunottamatta 11. ja 12. jaoketta, jotka ovat muita kapeammat (kuva 27). 13. jaoke on kalotin muotoinen ja osittain edellisen jaok-



Kuva 27. Täysimittainen toukka (a), sen suuaukko alapuolelta (b), oikea yläleuka (c). a. 30/1; b. 200/1; c. 400/1. Orig.

Figure 27. Full-grown larva (a), its mouth in ventral view (b), right mandible (c). a. 30/1; b. 200/1; c. 400/1. Orig.

keen sisässä. Pää on kartion muotoinen, sen alapuolella on pyöreä suuaukko, jossa ylä- ja alahuuli muodostavat pumppumaisen imuelimen. Toukka suorittaa imuliikkeita siten, että suuaukon reunojen ollessa kiinni alustassa sen keskusta, jossa havaitaan ylä- ja alahuulet sekä yläleuat, liikkuu vuoroin ulos ja sisäänpäin. Pienillä, koukkumaisilla yläleuoillaan toukka puree reiän isäntäeläimen kuoreen tai kasvin solukkoon, josta tihkuvaa nestettä se käyttää ravinnokseen.

Saavutettuaan täyden koon ja lopetettuaan ravinnonoton toukka asettuu lepotilaan muuttuen esikoteloasteeksi. Tällöin hidastuu FRIEDERICHSin (1930) mukaan toukan aineenvaihdunta, ja tapahtuu voimakas aineiden hajoaminen, josta johtuen ruumiinnesteiden jäätymäpiste alenee ja toukan pakkasenkestävyys lisääntyy. Toukanmuotoisella esikoteloasteella tapahtuu myös *A. graminum*in talvehtiminen kasvin korren sisässä. Tämä voidaan huomata siitä, että sängessä ja oljessa syksyllä ja varhain keväällä tavataan ainoastaan toukkia (esikoteloita), jotka sekä sängessä ulkona että myös kasvatuksisissa alkavat toukokuun puolivälissä koteloitua.

c. K o t e l o. Kuten monilla loispistiäisillä tapahtuu myös *A. graminum*in toukalla suolen tyhjentyminen vain kerran, toukanmuotoisen kehitysvaiheen päättyessä. Tämän seikan merkityksen arvellaan olevan siinä, että ulosteet tahraisivat toukan usein ahtaan olinpaikan ja turmelisivat ravinnon. Lisäksi vahingoittaisivat sisäloisina elävien toukkien eritteet isäntäeläintä ja aiheuttaisivat tämän ennenaikaisen kuoleman (BISCHOFF 1927). Suolen tyhjennyttyä toukka luo viimeisen kerran nahkansa, jonka jälkeen muodonmuutokset alkavat. Nuoressa kotelossa voidaan pian havaita aikuisen pään muodot sekä silmien ja raajojen aiheet. Kun toukka-aste on vaihtunut täysin kotelonmuotoiseksi asteeksi, alkavat värinmuutokset. Aluksi tummenevat silmät ja pistesilmät punaisiksi, sen jälkeen vaalean ruskeiksi ja vihdoin tumman ruskeiksi. Muu ruumis tummenee tämän jälkeen, kunnes kotelokalvon alla on havaittavissa selvä vihertävä tai sinertävä kiilto (kuva 28). Noin 3 päivää ennen aikuistumista voidaan kotelossa nähdä raajojen ja tuntosarvien liikkuvan kotelokalvon muodostamissa kammioissaan. Aikuistumisen alkaessa kotelokudos repeää vatsapuolelta, ja hyönteinen suurentaa aukkoa yläleuoillaan sekä vapautuu kalvoista pään ja raajojen liikkeiden avulla. Itse aikuistuminen tapahtuu verraten nopeasti, laboratoriossa tehtyjen havaintojen mukaan 2—4 tunnissa.



Kuva 28. *A. graminum*in kotelo 6 päivää ennen aikuistumista. 25/1.

Figure 28. Pupa of A. graminum 6 days before emerging. 25/1.

Aikuinen nakertaa korren seinämään pyöreän aukon (kuva 29), josta se poistuu. Usein on havaittu kuitenkin, että aikuistunut hyönteinen ei syystä tai toisesta ole pystynyt nakertamaan reikää, vaan on kuollut korren



Kuva 29. *A. graminum*-aikuisen nakertamia reikiä vehnän korressa. 1/1. Orig.

Figure 29. Holes made by A. graminum adult in wheat stem. 1/1. Orig.

sisään. Hyönteinen voi eri kehitysasteilla kuolla korren sisään myös muista syistä, joista tärkeitä ovat toukkia ja koteloita tuhoavat sienet, punkit ja petohyönteiset sekä epäedulliset talvehtimisolosuhteet. Näitä seikkoja käsitellään myöhemmin sivuilla 82—84 ja 90—92.

d. Sukupolviaika. Kuten mainittiin, talvehtineen toukan koteloituminen alkaa luontaisissa oloissa toukokuun puolivälissä. Laboratoriossa on syksyllä kerättyjä ja 0—5° C:n lämpötilassa säilytettyjä toukkia saatu koteloitumaan jo talvella. Ensimmäiset kotelot ilmaantuivat tällöin 18 p. tammikuuta, ja koteloaika niillä oli 7—12 päivää. Luontaisissa olosuhteissa talvehtineiden toukkien koteloituminen alkoi Tikkurilassa vuosina 1950 ja 1951 toukokuun 5. päivänä, oli runsain toukokuun 16—20. päivinä; joitakin koteloituvia toukkia tavattiin vielä kesäkuun 8. päivänä. Koteloaika oli Tikkurilassa 13—23 päivää. Tutkittaessa Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalla Ylistarossa vehnänsänkeä, jossa oli runsaasti talvehtineita hyönteisyksilöitä, havaittiin ensimmäiset kotelot toukokuun 20. päivänä. Koteloituminen oli vuosina 1950 ja 1951 runsainta kesäkuun 1—13. päivinä ja jatkui heinäkuun alkuun saakka. Koteloajan pituus oli Ylistarossa 10—21 päivää. Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalla Ruukissa tehtiin samoina vuosina vehnänsängessä talvehtineita hyönteisiä koskevia havaintoja ja todettiin koteloitumisen tapahtuvan täällä samaan aikaan kuin Ylistarossa. On kuitenkin oletettava, että olosuhteet Ruukissa, 200 km Ylistaroa pohjoisempana, vaikuttaisivat koleana ja varsinkin sateisena keväänä hyönteisen koteloitumista hidastavasti.

Vapauduttuaan korresta täysikasvuiset hyönteiset parittelevat sekä odottavat sopivaa muninta-aikaa. Muninta-aikaan vaikuttavat monet ilmastolliset sekä synekologiset tekijät. SMITH (1926) on todennut, että monilla loishyönteisillä parittelu voi tapahtua vain aurinkoisena päivänä. Myös *A. graminum*illa havaitaan taipumusta liikehtimiseen vain kuivalla ilmalla, kun sen sijaan pilvisellä ja varsinkin sateisella säällä hyönteinen on paikallaan kasvin lehtien alla tai maassa. Onkin ilmeistä, että sääsuhteilla on ratkaiseva vaikutus sekä aikuistumiseen että aikuisten toimintaan. Sen lisäksi vaikuttaa munintaan erityisesti hyönteisen isäntäeläinten, *Capsidae* -heimon luteiden esiintyminen ja muninta. Monet näistä (mm. tähkäluteet *Miris* sp.) sahaavat heinäkasvien korteen pitkittäisen halkeaman, johon ne korren sisäpuolelle asettavat makkaramaiset, valkeat tai kellertävät munansa yhteen tai kahteen riviin. Luteiden munaryhmä vaikuttaa kiilukasnaaraaseen munintaa kiihottavasti, kuten isäntäeläin tavallisesti loisnaaraaseen. Tähkälude ei tekemieni havaintojen mukaan muni vehnän korteen, ennen kuin tämä on paljastunut lehtitupesta, joten myös vehnäkiilukkaan muninta on riippuvainen kasvien kehityksestä. Varsin suppeassakin alassa kortta, joka on näkyvissä, saattaa jo havaita luteen tekemän halkeaman sekä pistiäisen munan korren sisäpuolella tähkäluteen munaryhmän vieressä.

Vuonna 1950 havaittiin Ylistarossa ensimmäiset *Miris*-lajien munaryhmät vehnän korressa kesäkuun 4. päivänä. Sanottuna vuonna todettiin *A. graminum*-aikuisia runsaimmin 4. 6—6. 6 ja 14. 6—26. 6 välisinä aikoina. V. 1951, jolloin kevät oli myöhäinen, havaittiin ensimmäiset tähkäluteen munaryhmät Ylistarossa kesäkuun 10. päivänä. Kumpanakin vuonna oli siis ensimmäisinä aikuistuneilla pistiäisillä 5—7 päivän pituinen väliaika ennen munintaa. Näyttää siltä, että vehnäkiilukkaan naarailla aina on jonkin aikaa kestävä väliaika aikuistumisen ja muninnan välillä päätellen siitä, että vasta-aikuistuneiden naaraiden takaruumissa tavatut munat ovat olleet erikokoisia ja kaikki tai suurin osa näistä keskenkasvuisia. On ilmeistä myös, että sama naaras munii verraten pitkän ajan kuluessa. Tätä ei ole kokeellisesti tutkittu, mutta edellä selostetut havainnot munista, naarasyksilöiden pitkäikäisyys kasvatuksissa (ne elivät usein jopa 14 vuorokauden ajan laboratorio-olosuhteissa) sekä hyönteisen liikehtimistä koskevat havainnot tukevat tätä käsitystä. Kasvustossa hyönteisen liikkeitä tarkkailtaessa huomataan, että se munii kerrallaan vain yhden munan, ja jokaisen munintakerran välillä varsinkin kylmällä säällä saattaa olla useita tunteja kestävä tauko. Lisäksi ei pilvisellä ja sadesäällä munintaa lainkaan tapahdu, kuten edellä on mainittu. Muninta-aika puheena olevalla lajilla on pitkä, noin kuukauden kestävä; se päättyy heinäkuun alkupuoliskolla. Vielä heinäkuun 13. päivänä olen todennut vehnän korsissa vehnäkiilukkaan munia, kun samanaikaisesti osa toukkia jo oli kehittynyt täysimittaiseksi.

Toukka-ajan pituus vaihtelee vehnäkiilukkaalla suuresti. Kuten mainittiin, toukka saattaa saavuttaa täyden mittansa 6 vuorokauden kuluessa. Koteloituminen ei kuitenkaan tapahdu heti tämän jälkeen, vaan tietyn lepovaiheen (esikoteloasteen) päätyttyä. Lentoajan alussa munituista munista kehittyneet toukat ovat täysimittaisia jo kesäkuun lopulla, ja osa niistä koteloituu elokuun alussa. Näin kehittyvä syyssukupolvi aikuistuu elokuun kahden viimeisen viikon aikana. Ensimmäiset syyssukupolven aikuiset tavattiin Ruukissa v. 1950 elokuun 20. päivänä; v. 1951 todettiin Hirvinevalla lähellä Oulua juuri aikuistuneita yksilöitä elokuun 14. päivänä, Ruukissa elokuun 17. päivänä ja Rovaniemellä elokuun 22. päivänä. Syyssukupolven naaraiden munimista munista kehittyvät toukat saavuttavat täyden koon samana syksynä ja talvehtivat esikoteloasteella. Kevätpolven lentoajan lopussa, kesäkuun lopulla ja heinäkuussa munituista munista kehittyneet toukat eivät kasvatuksissa tehtyjen havaintojen mukaan koteloidu samana kesänä, vaan talvehtivat ja koteloituvat vasta seuraavana keväänä. Toukka-aika, johon tässä luetaan myös toukanmuotoisella esikoteloasteella kulunut aika, on kehityksen pisin vaihe ja kestää enimmäkseen 11—12 kuukautta. Niillä hyönteisyksilöillä, joiden koko muodonvaihdos tapahtuu saman kasvukauden aikana, on toukka-aika 60—65 päivää ja syyspolven munimista munista kehittyneillä yksilöillä 9 kuukautta. Vastaavasti on kehitysajan pituus muninnasta aikuistumiseen useimmilla vehnäkiilukasyksilöillä 1 vuosi, samana kasvukautena kehittyvillä 75—80 päivää ja syksyllä munituista munista kehittyneillä yksilöillä 9—10 kuukautta.

Vehnäkiilukkaalla on edelläsanotun nojalla osittain kaksi sukupolvea vuodessa. Vastaavanlainen ilmiö on yleinen monilla muilla hyönteislajeilla ja tällöin arvellaan niiden hyönteisyksilöiden (»*Überlieger*»), joiden kehitysaika on kokonainen vuosi, varmistavan lajin säilymisen talven yli (FRIEDERICHS 1930). Syyssukupolven yksilörunsautta elokuussa tarkasteltaessa todettiin, että tällöin koteloituvien toukkien määrä on huomattavasti pienempi kuin talvehtivien kevättoukkien määrä. Voidaan arvioida, että noin 10 % alkukesällä kehittyvistä toukista koteloituu samana kesäkautena. Syy siihen, että osa toukkia näin jouduttaa kehitystään muihin verrattuna ei näytä olevan ainakaan ravitsemussuhteissa. Syksyllä aikuistuneita vehnäkiilukkaita kerättäessä saatiin yksinomaan naaraita, ja tuntuu todennäköiseltä, että munintaa ei syksyllä kaikissa tapauksissa edellä parittelu.

C. *A. graminum*in ekologiasta.

Seuraavassa kiinnitetään huomio *Amblymerus graminum*in ekologiassa sellaisiin seikkoihin, joilla on vaikutusta hyönteisen runsauteen ja vahingollisuuteen. Tältä kannalta ovat tärkeitä hyönteisen talvehtimisolosuhteet, munintakohdan valintaan ja toukan ravinnonottoon vaikuttavat seikat, hyönteisen lukua rajoittavat elottomat tekijät sekä luontaiset viholliset.

a. Talvehtiminen.

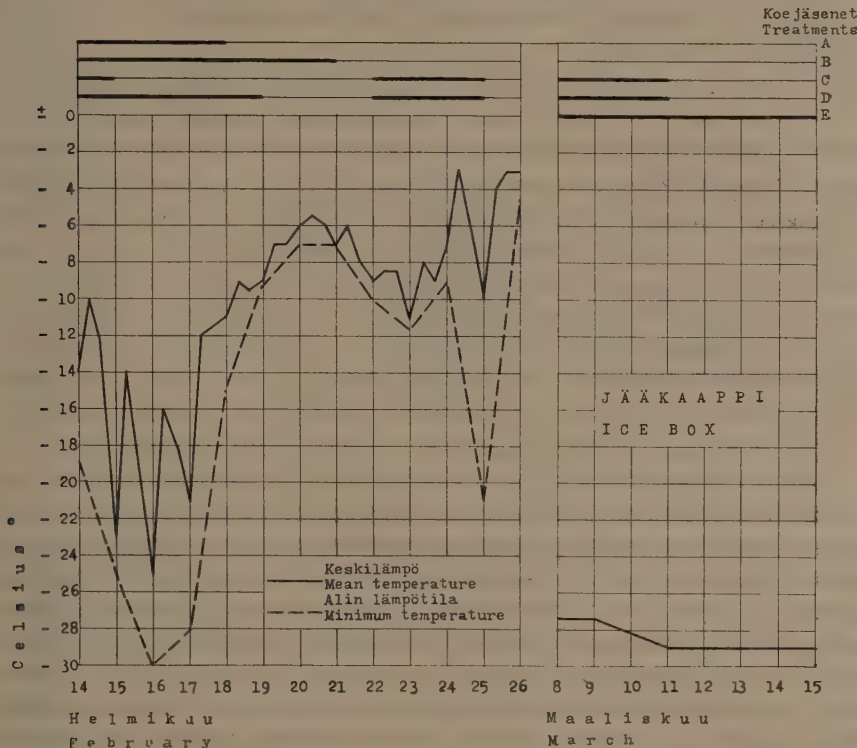
Talvehtiminen on monien hyönteislajien kehityksessä se vaihe, joka ratkaisevasti määrää niiden runsauden seuraavana kasvukautena. Monet viljakasveilla korsituholaisina elävät heinäkiilukaslajit talvehtivat korren sisässä joko toukkana tai kotelona. Milloin talvi on runsassateinen ja sängessä talvehtivat hyönteiset joutuvat olemaan kauan vedessä, hyönteisiä tuhoutuu suurin joukoin (Phillips & Poos 1940). Näille, samoin kuin monille muille hyönteisille saattaa ankara, uusiutuva pakkanen olla tuhoisa vähentäen niiden lukumäärää (Friederichs 1930).

Kun kevättulvat sekä sulamisveden seisominen viljelysmailla keväisin on Pohjanmaan tasaisilla mailla tavallista, tutkittiin, olisiko tällä seikalla vaikutusta veden alle joutuneiden hyönteisyksilöiden talvehtimiseen ja kehitykseen. Sitä varten tarkastettiin 11. 5. 51 Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalla Ylistarossa vehnänsänkeä, joka vielä tällöin oli lumen sulamisvesien peittämää. Kävi ilmi, että talven aikana lahonnut ja keväällä veden sisään joutunut korsi oli halkaistaessa täynnä ruskehtavaa vettä. Tästä huolimatta tavattiin korsissa eläviä toukkia, jotka kasvatukseen otettuina koteloituivat normaaliin tapaan. 14 päivää myöhemmin, saman sänkipellon kuivuttua, löydettiin sängestä eläviä toukkia, koteloita sekä juuri aikuistuneita *A. graminum*-yksilöitä.

Laboratoriossa tutkittiin talvehtivien toukkien elinmahdollisuuksia veden sisässä pitämällä niitä viidessä lasimaljassa, viisi toukkaa kussakin, upotettuina korrenkappaleen mukana vesijohtoveteen. Maljat olivat jääkaapissa 0—4° C:n lämpötilassa, ja toukat otettiin vedestä 5, 10, 15, 20 ja 25 päivän kuluttua kokeen alusta lukien ja tutkittiin. Käsittelyn aikana oli kaksi maljaa 7 päivän ajan kauttaaltaan jäätyneinä muiden pysyessä sulana. Niihin korrenkappaleisiin, jotka olivat vedessä 15—25 päivää kehittyi tuuhea homerihmasto. Tällöin todettiin, että jäätymisestä, homemuodostuksesta sekä ilmattomasta olinpaikasta huolimatta olivat toukat kaikissa maljoissa käsittelyajan päätyttyä elinvoimaisia, ja niiden nestejännitys sekä väri normaali.

Talvehtivien toukkien pakkasenkestävyyttä kokeiltiin Tikkurilassa toukilla, jotka oli saatu Ylistarosta ja Ruukista v. 1950 kootuista vehnänäytteistä. Toukat pidettiin petrinmaljoissa erilaisissa olosuhteissa taulukon 22 mukaisesti. Ulkona lumen pinnassa, jossa osa maljoja pidettiin joko yhtämittaa tai kahdessa jaksossa, vaihteli lämpötila koeaikana piirroksen (kuva 30) mukaisesti. Lämpötilat mitattiin maksimi- ja minimilämpömittarilla päivittäin klo 9, 13 ja 17 ja minimilämpötila merkittiin muistiin klo 9. Koejäsenissä C ja D (vrt. piirros) pidettiin toukat pakkaskäsittelyjen välillä laboratoriorakennuksessa kaapissa, jonka lämpötila sanottuna aikana vaihteli —4:stä + 6:een asteeseen suhteellisen kosteuden kaapissa vaihdellessa samana aikana 50—85 %. Sään muututtua liian lämpimäksi koetta

silmällä pitäen jatkettiin pakkaskäsittelyä jäädytyskaapissa, jossa lämpötila alennettiin Stal-kompressorityhjiöpumpulla (valm. Detroit Lubricator Co, Detroit, U.S.A.) ja jossa lämpötila kokeen aikana oli —27.5°:n ja —29°:n välillä. Suhteellinen kosteus sekä ulkona että jäädytyskaapissa kokeen aikana oli 60—100 %, enimmäkseen 100 %. Ajat, jotka eri koejäseniin kuuluvat toukat olivat pakkaskäsittelyn alaisina, ilmenevät kuvasta 30.



Kuva 30. Piirros pakkasenkestävyyskokeen järjestelystä sekä lämpötiloista kokeen aikana.
Figure 30. Diagram showing the treatments (A, B, C, D and E), mean temperature and minimum temperature during the test on frost hardiness of the larvae.

Käsittelyajat ilmenevät myös taulukossa 22. Pakkaskäsittelyn jälkeen maljat pidettiin edellä mainitussa kaapissa laboratoriorakennuksessa, jossa lämpötila nyt oli 3—10° C. Maljoissa olevat toukat tarkastettiin 14 vrk:n väliajoin, jolloin kuolleet toukat laskettiin ja poistettiin. Tulokset toukkien kuolleisuudesta esitetään taulukossa 22 toukokuun loppuun mennessä suoritettujen tarkastusten nojalla. Siihen mennessä oli koejäsenissä A, B ja F osa toukkia koteloitunut ja aikuistunut, sen sijaan muissa koejäsenissä toukat kuolivat ilmeisesti jo pakkaskäsittelyn aikana. Jokaisen pakkaskäsittelyn jälkeen olivat kaikki toukat jäätyneitä sulaen pian sisälle tuo-

tuina. Sulamisnopeudella ei asiaa kokeiltaessa ollut vaikutusta toukkien kuolleisuuteen. Sulamisen jälkeen olivat toukat koejäsenissä C, D ja E läpikuultavia ja vetisiä, kun ne muissa koejäsenissä olivat normaalin valkeat, ja nestepaine näissä oli palautunut normaaliksi.

Taulukko 22. *A. graminum*-toukkien pakkasenkestävyys.

Table 22. Frost hardiness of A. graminum larvae.

Käsittely *Treatment*		Toukkia koejäsenessä *Larvae total*	Toukkia kuollut 1. 6 mennessä *Larvae dead before 1. 6*	Kuolleisuus % *Mortality* %
A. Ulkona — *Outdoors*	14. 2—17. 2	26	14	54
B. Ulkona — *Outdoors*	14. 2—20. 2	30	9	30
C. 1. Ulkona — *Outdoors*	14. 2—15. 2	—	—	—
2. Laboratoriossa — *Laboratory*	15. 2—22. 2	—	—	—
3. Ulkona — *Outdoors*	22. 2—25. 2	—	—	—
4. Jääkaapissa — *Ice-box*	8. 3—11. 3	25	25	100
D. 1. Ulkona — *Outdoors*	14. 2—19. 2	—	—	—
2. Laboratoriossa — *Laboratory*	19. 2—22. 2	—	—	—
3. Ulkona — *Outdoors*	22. 2—25. 2	—	—	—
4. Jääkaapissa — *Ice-box*	8. 3—15. 3	31	31	100
E. Jääkaapissa — *Ice-box*	8. 3—15. 3	38	37	97
F. Laboratoriossa — *Laboratory*	14. 2—15. 3	18	8	44

Tulokset osoittavat, että toistuva jäätyminen on *A. graminum*-toukille tuhoisaa, kuten monille muillekin hyönteislajeille. Myös 1 viikon kestävä alhainen lämpötila (—28° C) tappaa suurimman osan toukkia. Sen sijaan yhtämittaista pakkasta, joka vaihtelee olematta kauan ankarana, toukat saattavat kestää vahingoittumatta. Tämä johtuu talvehtivalla hyönteisellä, kuten FRIEDERICHS (1930) mainitsee, latentin lämmön vapautumisesta silloin, kun ulkoilman ja hyönteisen lämpötila laskee kriitilliseen pisteeseen. Vapautuvan lämmön avulla hyönteiset voivat tällöin pysyä hengissä. Jos ulkolämpötila toistuvasti laskee kriitilliseen pisteeseen, seuraa kuolema.

Pakkasen vaikutusta hyönteisen esiintymiseen arvioitaessa on otettava huomioon, että sänki ja siinä talvehtivat toukat ovat suuren osan talvea lumen sisässä, jossa lämpötila lumen paksuudesta riippuen on korkeampi kuin lumen pinnassa. Lumen sulamisen jälkeen keväällä ei jatkuvia ankaria pakkasia esiinny. Näin ollen toukat normaalioloissa eivät usein joutune niin alhaisiin lämpötiloihin, että pakkanen muodostuisi niille tuhoisaksi. Toisaalta kuitenkin ovat talvet Pohjanmaalla, hyönteisen tärkeimmällä esiintymisalueella, toisinaan vähälumisia tai lumettomiakin, milloin muualla Suomessa on lunta runsaasti. Myös talvella ladossa säilytetty olki on suojaavaa lumikerrosta vailla, joten toukat tällaisissa oljissa talvehtiessaan saattavat olla alttiina pakkasille.

b. Lento ja muninta.

*A. graminum*in lentoa eri vuorokaudenaikoina koetettiin seurata haavimalla eri kohdissa vehnän sänkipeltoa sekä vehnän- ja heinänorasta kasvavilla viljelyksillä. Kullakin kerralla suoritettiin haavilla 200 vetoa ja saalis tutkittiin aina 50 vedon jälkeen. Haavimalla en kuitenkaan saanut selvää kuvaa hyönteisen runsaudesta, koska laji enimmäkseen oleilee kasvuston seassa lentämättä ainakaan pitempää matkaa kerrallaan. Tarkkailemalla kasvustossa hyönteisen liikkeitä ja runsautta voitiin sitä Ylistarossa havaita kahtena vuonna kesäkuun alusta heinäkuun 12—15. päiviin saakka. Runsaimmin oli hyönteisiä liikkeellä vuonna 1950 sellaisina aikoina (vrt. sivu 80), jolloin vuorokauden keskilämpö oli yli 15° C. Vuonna 1951 tarkattiin Ylistarossa 7. 7—12. 7 välisenä aikana vehnäkiilukkaan liikehtimistä vehnäkasvustossa ja todettiin, että se liikkuu vain kuivalla säällä ja että muninta tapahtuu vain silloin, kun lämpötila on yli 15° C. Munintaa on hyönteisen pienen koon ja vilkkaan liikehtimisen vuoksi vaikea havaita, mutta 11. 7. 51 kello 11 ja 14 välillä, jolloin sää oli aurinkoinen ja lämpötila maan rajassa 16—19° C sekä ilman suhteellinen kosteus kasvuston seassa 94—100 %, voitiin vihdoin seurata vehnäkiilukasnaaraan munintaa.

Eläin kulki tällöin kortta pitkin ylös ja alas muutamia kertoja tunnustellen sitä tuntosarvillaan. Tullessaan tähkäluteen tekemän ruskean viirun kohdalle se pysähtyi ja käänsi takaruumiinsa kohtisuoraan vartta vastaan ja yritti työntää pistintä korteen. Tämä ei kuitenkaan onnistunut heti, vaan eläin teki useita yrityksiä kulkien edestakaisin kortta pitkin ja tunnustellen sitä raajoillaan ja tuntosarvillaan. Vihdoin muninta saattoi tapahtua päätellen siitä, että eläin pysyi liikkumatta noin 3 minuutin ajan. Tämän ajan kuluttua naaras veti pistimen ulos ja oli silminnähtävästi väsynyt antaen takaruumiin riippua velttona sivulle päin. Parin minuutin levähdyksen jälkeen hyönteinen alkoi uudestaan kulkea kortta pitkin ylös ja alas ja tullessaan tähkäluteen munien kohdalle se pysähtyi ja yritti usean kerran työntää pistintä varteen siinä kuitenkaan onnistumatta. Kasvi, johon hyönteinen muni, merkittiin tarkoin ja tutkittiin 2. 9. 51. Tällöin oli siinä korren nivelvälissä, johon muninta tapahtui, elävä täysimittainen kiilukastoukka.

Vehnän korren seinämän paksuuden mittaamiseksi hyönteisen munintaaikana kerättiin 10. 7. 51 Ylistarossa kevätvehnän kylvöaikakokeen (lajike Tammi) kultakin ruudulta kasviyksilöitä. Näiden korresta tehtiin 1. ja 2. nivelvälin kohdalta poikkileikkauksia ja mitattiin seinämän paksuudet sellaisista kohdista, jotka olivat paljastuneet lehtitupesta. Mittaukset suoritettiin käyttäen preparointimikroskooppia ja Reichertin mikrometriobjektilasia, jossa jokainen väli on 10 μ:n suuruinen. Samalla kiinnitettiin huomio täysinkehittyneiden lehtien lukumäärään kasveissa. 35 kasviyksilöllä suoritettujen mittausten keskiarvotulokset esitetään taulukossa 23.

Taulukko 23. Eri-ikäisten vehnäyksilöiden korren paksuus.
Table 23. Thickness of wheat stem in plants of different age.

Päivää kulunut kylvöstä *Days from sowing*	Kasveissa näkyvissä lehtiä kpl. *Leaves appeared*	Seinämän paksuus mm 1. nivelväli *Thickness of wall in mm. 1st joint*	2. nivelväli *2nd joint*
34	4.8	0.61	—
45	5.4	0.48	—
54	4.9	0.54	0.51

Taulukon mukaan on korren seinämän paksuus eri-ikäisillä vehnäyksilöillä 0.48—0.61 mm, eikä selvää eroa tähkivien (54 päivän kuluttua kylvöstä) ja sitä nuorempien yksilöiden kesken ollut. Kuten edellä (sivulla 75) mainittiin, naaraan pistimen pituus on 0.72—1.24 mm, keskimäärin 0.92 mm, joten hyönteisen pistin saavuttaa helposti vehnänkorren ontelon. Niissä kasvilajeissa, joiden korren seinämä hyönteisen muninta-aikana on paksumpi ja kovempi, ei *A. graminum*in munia ole tavattu (vrt. sivu 96).

c. Ravinnonotto.

Kiilupistiäisten *(Chalcididae)* heimoon kuuluvat hyönteiset ovat enimmäkseen eläinravintoa hyväkseen käyttäviä loisia tai petoja. Myös inkviliineja (»alivuokralaisia») sekä kasvinsyöjiä tavataan *Agaoninae-*, *Eurytominae-* ja *Toryminae*-alaheimoissa. Samoin *Callimominae-*, *Encyrtinae-*, *Eulophinae-* ja *Pteromalinae*-alaheimoissa on eräitä äkämiä aiheuttavia lajeja, jotka elävät kasvinnesteitä imien (Clausen 1940). Viimeksi mainitussa alaheimossa, johon *Amblymerus graminum* kuuluu, on toistaiseksi vain harvoja kasviravintoa hyväkseen käyttäviä lajeja todettu.

Monilla kiilupistiäislajeilla on ravinnonvalintaan nähden joustavuutta niin, että ne olosuhteiden muuttuessa voivat siirtyä ottamaan toisenlaista ravintoa, kuin mitä ne aikaisemmin fylogeneettisen ja myös ontogeneettisen kehityksensä aikana ovat ottaneet. Kasviravinnon hyväksikäyttö (fytofagia) katsotaan eräiden kiilupistiäislajien kohdalla fylogeneettisesti aikaisemmaksi elämänmuodoksi, josta vähitellen on kehittynyt taipumus ottaa eläinravintoa kiilupistiäistoukkien hitauteen soveltuvalla tavalla, loisimalla (Bischoff 1927). Toisaalta Phillips (1927) pitää *Eurytoma parva* (Gir.) Phillips -lajia alkuaan loisena, joka eläinravinnon puutteessa voi kehittyä täysimittaiseksi kasviravintoakin ottamalla. Taipumus fytofagiaan on loispistiäisellä tällaisessa tapauksessa sekundaarinen, ja johtuu äskettäin tapahtuneesta muutoksesta ravinnonotossa.

Amblymerus graminum munii havaintojeni mukaan vain sellaisiin kasveihin, joissa korren sisässä on tähkäluteen (*Miris* sp.) munia. Pistiäis-

naaras työntää pistimensä usein luteen munaryhmän kohdalta, toisinaan myös kauempana tästä, kasvin korren seinämän lävitse ja kiinnittää munansa korren sisäpintaan usein puolen millimetrin päähän luteen munaryhmästä (kuva 31). Joskus tavataan pistiäisen munia myös saman nivelvälin yläpäässä, heti solmun alapuolella tai myös viereisessä nivelvälissä. Milloin pistiäinen on muninut samaan nivelväliin, jossa luteen munat ovat, ensi asteen *A. graminum*-toukat hakeutuvat luteen munien luo imeäkseen niiden sisältöä. Imennän jälkeen havaitaan luteen munassa selvä pyöreä, *A. graminum*-toukan suuaukon jättämä jälki ja sen yläleukojen tekemät reiät. Tyhjiksi imetyistä munista jää vain kirkas, läpinäkyvä kuori jäljelle.



Kuva 31. Kaksi *A. graminumin* munaa *Miris sp:n* munaryhmän läheisyydessä. 5/1. Orig.

Figure 31. Two A. graminum eggs in the proximity of Miris sys. eggs. 5/1. Orig.

Kun oli tärkeätä tietää, millaista ravintoa vehnäkiilukkaan toukka on kehityksensä aikana käyttänyt, kiinnitettiin vehnäyksilöitä analysoitaessa huomio myös tähkäluteen munien esiintymiseen niissä nivelväleissä, joissa pistiäistoukat olivat kehittyneet. Tähkäluteen munat voidaankin aina varmasti todeta, sillä ne ovat valkeita, verraten suurikokoisia ja helposti havaittavia. Niistäkin munista, jotka vehnäkiilukkaan toukka on imenyt tyhjiksi, jää selvästi näkyvä kuori jäljelle. Lisäksi on korren sekä ulko- että sisäpuolella aina havaittavissa tähkäludenaaraan tekemä pitkittäinen, ruskeareunainen halkeama osoituksena tapahtuneesta muninnasta. *A. graminum*-toukka ei pysty nakertamaan reikää solmuun siirtyäkseen toiseen nivelväliin, joten ravinnon laadusta koko ravinnonottovaiheen aikana voidaan tehdä päätelmiä tarkkaamalla luteen munien sijaintia.

Jokaisesta v. 1950 tutkitusta vehnänäytteestä laskettiin, kuinka monta % *Amblymerus graminum* -toukista oli sellaisissa nivelväleissä, joissa myös *Miris* sp.:n munia esiintyi ja joissa toukilla siis oli ollut eläinravintoa tarjona. Vehnänäytteet ryhmitettiin mainittujen prosenttilukujen mukaan taulukossa 24 esitetyllä tavalla.

Taulukon mukaan oli 92 % näytteistä sellaisia, joissa yli 60 % toukista oli saanut eläinravintoa ja 67 %:ssa tapauksista oli kaikilla toukilla ollut tarjona tähkäluteen munia. Huomioonottaen kaikki näytteet oli keskimäärin 89.6 % vehnäkiilukkaan toukista sellaisissa nivelväleissä, joissa niillä oli saatavana eläinravintoa, joten riippuvaisuutta kiilukkaan ja tähkäluteiden esiintymisen välillä on pidettävä verraten kiinteänä.

Nuori *Amblymerus graminum* -toukka imee ja siten tuhoaa paitsi *Miris* sp.:n munia, myös kaikki samassa nivelvälissä olevat muut vehnäkiilukkaan munat ja toukat. Useissa tapauksissa, joissa ensi asteen toukan ravinnonottoa seurattiin heti kuoriutumisen jälkeen, se ensin kävi käsiksi

Taulukko 24. Näytteiden määrä, joissa % *A. graminum*-toukista oli käyttänyt eläinravintoa.

Table 24. Number of samples showing different amount of A. graminum larvae taking animal food.

	A. graminum-toukista saanut eläinravintoa *Larvae fed with animal food*					Kaikkiaan *Total*
	0 %	1—30 %	31—60 %	61—99 %	100 %	
Näytteitä kpl. — *Samples* ..	3	0	11	45	122	181
» » %	2	0	6	25	67	100

oman lajinsa muniin ja tuhosi ne puhkaisemalla reiän kuoreen ja imemällä niiden sisältöä. Samoin kilpailevat toukat tuhottiin. Tallaisissa tapauksissa jäi nivelväliin yksi toukka ja nimenomaan se, joka oli ehtinyt tuhota vehnäkiilukkaan munat ennen näiden kehittymistä toukiksi tai oli suoriutunut voittajana muista toukista. Vasta kun kilpailijat oli tuhottu, kävi ensi asteen toukka käsiksi tähkäluteen muniin. Kuten edellä mainittiin, tarvitsee toukka kehittyäkseen täysimittaiseksi ainakin kolme tähkäluteen munaa. Useimmiten on näitä kuitenkin samassa nivelvälissä runsaammin. Heinäkuun 8—15. päivinä 1950 laskin 23:ssa vehnäyksilössä tavattujen tähkäluteen munien määrän. Niitä oli nivelvälissä keskimäärin 43 kpl., vaihdellen tavallisesti 14—57. Eräässä nivelvälissä havaitsin 82, toisessa 110 munaa, kummassakin kasvissa neljänä ryhmänä. Näin ollen *A. graminum*-toukalla on useimmissa tapauksissa enemmän eläinravintoa käytettävänä, kuin se toukka-aikanaan tarvitsee. Kuitenkin toukka imee yhtä tähkäluteen munaa kerrallaan vain vähän aikaa, tehtyjen havaintojen mukaan 30—45 sekunnin ajan käyden tämän jälkeen seuraavaan munaan käsiksi. Näin toukka tuhoaa ravinnonottovaiheensa aikana lukuisia munia, eikä nivelväleissä, joissa toukka on kehittynyt täysimittaiseksi, voi havaita ainoatakaan elävää tähkäluteen munaa. **Amblymerus graminum on siis munapeto.**

Usein sattuu kuitenkin, että *A. graminum*-naaras erehtyy tähkäluteen munien sijainnista ja munii saman kasviyksilön muihin nivelväleihin. Tällöinkin pistiäistoukka kehittyy normaalisti, mutta ravintona ovat nyt kasvinesteet, joita toukka imee korren sisäseinämän pehmeästä ja mehukkaasta solukosta. Lajin ehdollinen fytofagia todettiin kasvatuskokeissa 20—23. 7. 1950. Ylistarosta vehnän korresta saatuja ensi asteen toukkia siirrettiin Tikkurilassa kasvavien vehnäyksilöiden korsiin, yksi toukka kuhunkin. Niissä vehnäyksilöissä, joihin toukat siirrettiin, ei ollut havaittavissa sellaisia ulkoisia merkkejä, jotka osoittaisivat varressa olleen tähkäluteen munia. Toukka työnnettiin korren sisään 2. tai 3. nivelväliin steriloidulla veitsellä tehdystä 15 mm:n pituisesta ja 3 mm:n levyisestä aukosta, joka sen jälkeen suljettiin painamalla kieleke kiinni ja sitomalla leikkauskohdan ympäri niintä. Tällä tavoin valmistettiin 11 kasvatusta. 15. 9

otettiin kasvit laboratorioon ja tutkittiin korressa olevat toukat. Tällöin löydettiin 9 elävää, täysimittaista toukkaa, jotka niin muodoin olivat kasvaneet yksinomaan kasviravintoa ottamalla.

Edellä on mainittu, että *Eurytominae*-alaheimon heinäkiilukas *Eurytoma parva* (Gir.) Phillips on loinen, joka ehdollisesti voi ottaa kasviravintoakin ja jonka ravinnonvalinnassaan katsotaan siirtyneen parasitismista fytofagiaan (Phillips 1927). Samoin *Eulophinae*-alaheimoon kuuluva *Cirrospilus ovisugus*, joka aluksi imee kasvinvarren sisään munittuja *Poecilocapsus lineatus* -luteen munia, voi eläinravinnon loputtua elää kasvissa miinaajana ja kehittyä täysimittaiseksi kasvinnesteitä imien (Weber 1930). *Amblymerus graminum*illakin on edellisen mukaan joustavuutta ravinnonvalinnassaan. On ilmeistä, että laji on varsinaisesti peto, mutta sen kyky ottaa kasviravintoa johtuu muuttuneista ravitsemusolosuhteista.

d. Valon ja kosteuden vaikutus *A. graminum*in kehitykseen.

Edellä on selostettu talvehtivan *Amblymerus graminum* -toukan elinmahdollisuuksia alhaisessa lämpötilassa sekä veden sisässä. Seuraavassa tarkastellaan hyönteisen suhtautumista valoon ja ilman kosteuteen, joiden merkitys luontaisissa olosuhteissa tosin saattaa olla vähäinen. Muiden, osittain tärkeidenkin ekologisten tekijäin vaikutusta ei tässä lähemmin käsitellä.

Valoon nähden on *A. graminum*-toukka erittäin arka. Niinpä kasvatuksissa, joissa täysimittaisia toukkia pidettiin petrinmaljoissa, toukilla oli sähkövalossa ilmeisiä ärsytysreaktioita. Pimeässä ovat toukat miltei liikkumattomia, mutta valossa ne kiemurtelevat voimakkaasti edestakaisin ja liikehtivät etsien varjoa korrenkappaleen tai imupaperin alta. Päivänvalossa toukat kuolevat muutaman päivän kuluessa, kun ne pimeässä säilytettyinä saattavat kasvatuksissa elää 6—9 kuukautta koteloituenkin tällöin. Erityisen voimakkaasti tappavaa on suoranainen auringonvalo, mikä havaittiin pidettäessä toukkia ulkona petrinmaljoissa. Myös ultraviolettivalo, jonka vaikutusta toukkiin tutkittiin antamalla sitä Luma Itus 75 -lampulla kolmen päivän aikana 1 tunnin ajan päivässä, osoittautui tappavaksi. Luonnon olosuhteissa hyönteinen elää aikuistumiseen saakka korren sisässä, missä valon vaikutusta vähentävät tiheä kasvusto sekä korren ja lehtitupen solukot. Myös muilla *Amblymerus*- sekä loispistiäislajeilla toukat ovat ravintokasvin tai -eläimen sisässä suojassa valon vaikutukselta. Tähän ovat toukat sopeutuneet siten, että niillä ei ole suojaavaa epiteeliä tai väritystä.

A. graminum-aikuiset sen sijaan ovat riippuvaisia valosta siten, että niillä parittelu ja muninta tapahtuu vain aurinkoisella säällä. Myös aikuistuminen tapahtuu laboratoriossa tehtyjen havaintojen mukaan vain valoisana vuorokauden aikana.

Ilman kosteudella on kasvatuksissa todettu olevan tärkeä merkitys toukan kehityksessä, ja eri asteisten toukkien vaatimukset tässä suhteessa ovat erilaiset. Nuori kasvava toukka (samoin kuin muna), joka luonnon olosuhteissa asustaa heinäkasvin vihreässä, mehukkaassa korressa, kuivuu helposti kasvatuksessa. Niinpä petrinmaljassa toukan elinkyky säilyy vain, jos siellä ilma pidetään kosteuden kyllästämänä. Milloin kyllästymisvajausta ilmenee, toukan ravinnonotto ja kehitys keskeytyvät. Huoneenilmassa (suhteellinen kosteus keskimäärin 70 %) toukka kuivuu 8—10 minuutissa niin, että sen koko selvästi pienenee ja nahka rypistyy, eikä toukassa tämän jälkeen havaita elonmerkkejä. Vaikka tarkemmat kokeet ilman kosteuden vaikutuksesta toukan kehitykseen ja kasvuun eivät kuulu tämän tutkimuksen piiriin, voidaan selostettujen havaintojen nojalla päätellä, että toukalla on vihreän, kasvavan kasvin korressa eläessään optimiolosuhteet ja että ilman suhteellinen kosteus korren ontelossa on lähes 100 %.

Aivan toiset ovat täysimittaisen, lepoon asettuneen toukan (esikotelon) vaatimukset ilman kosteuteen nähden. Kasvukauden lopulla, kasvin tuleentuessa, jolloin toukka on saavuttanut jo täyden koon, korsi kuivuu ja toukan olinpaikan kosteus vaihtelee huomattavasti. Maahan jäävän sängen kosteus alenee kuivan sään vallitessa, mutta syksyn ja talven aikana sängen kosteus lisääntyy tavallisimmin kyllästymisrajaan saakka. Milloin toukka talvehtii oljessa, jota säilytetään esim. ladossa, ovat kosteusolosuhteet taas toisenlaiset, ja olki kuivuu ilmakuivaksi. Kasvatuksissa, joissa toukkia (esikoteloita) pidettiin petrinmaljassa laboratoriossa (ilman suhteellinen kosteus 60—85 %, lämpötila 0—11° C), niiden talvehtiminen ja koteloituminen onnistui parhaiten. Kosteuden lisääminen vaikutti tällöin haitallisesti homemuodostuksen vuoksi. Tästä selviää, että ravintoa ottava, kasvava toukka on kosteuteen nähden stenoplastinen, kun sen sijaan talvehtiva, täysimuotoinen toukka on samaan tekijään nähden euryplastinen ja sen ekologinen valenssi varsin suuri.

D. Luontaiset viholliset.

Kiilupistiäisten heimossa tunnetaan kaksi hyönteislajia, jotka voivat saavuttaa ja tuhota ehjässä korressa olevan *A. graminum*in munan ja toukan. Edellä on mainittu lajin kannibaaliset ominaisuudet. Lisäksi on toukkia kasvatettaessa saatu kiilupistiäislajia, jonka FERRIÉRE määritti v. 1950 *Panstenon assimilis* NEES (1834) (syn. *Pteromalus assimilis* NEES 1834, *Miscogaster oxylus* WALKER 1839) -lajiksi ja joka kuuluu *Pteromalinae*-alaheimon *Diparinae*-ryhmään. Kun *P. assimiliksen* levinneisyyttä ja biologiaa ei tähän mennessä liene tutkittu, esitetään seuraavassa tietoja tämän lajin esiintymisestä ja elintavoista.

a. Panstenon assimilis Nees.

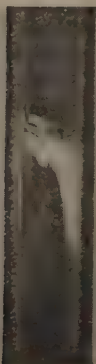
P. assimilis (kuva 32), jonka Nees (1834) mainitsee ensi kerran ja jonka Walker (1839) ja Thomson (1878) ovat kuvanneet, esiintyy harvinaisena Ruotsissa (Tullgren & Wahlgren 1922). Englannissa on lajia Ferriérein kirjoittajalle lähettämän tiedon mukaan kasvatettu vehnänsängestä, mutta sen elintapoja ja isäntäeläimiä ei siellä tunneta; *P. assimiliksen* arvellaan siellä elävän *Mayetiola destructor*in ulkoloisena. Tölg ja Fahringer (1911) mainitsevat lajin Itävallasta *Malacosoma*n loisena, mutta pistiäisen lajinmääritys on Ferriérein mukaan tässä tapauksessa todennäköisesti väärä. Suomessa on *P. assimilis* aikaisemmin todettu hessiläissääsken koteloista kasvatettuna loisena (Hårdh 1950 b). Kotelot oli tällöin kerätty Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalta Ylistarosta.



Kuva 32. *Figure 32.* *Panstenon assimilis* Nees ♀. 20/1. Orig.

Eri puolilta Suomea kerättyjä vehnänäytteitä tutkittaessa otettiin kasvatukseen kaikki löydetyt kiilupistiäistoukat. Osa näistä koteloitui ja aikuistui, jolloin lajinmääritykset olivat mahdollisia. Tällöin kehittyi Etelä-Pohjanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemilta Ylistarosta ja Ruukista kerätyistä toukista *A. graminum*in lisäksi *P. assimilis*-aikuisia. Mainituilta paikkakunnilta on siten kehittynyt kasvatuksissa 19 *A. graminum* ja 16 *P. assimilis* -aikuista. Haavimalla Ylistarossa vuonna 1950 2—4. 6 ja 14—20. 6 välisinä aikoina saatiin kaikkiaan 27 *A. graminum* ja 54 *P. assimilis* -yksilöä. Tutkittaessa 11—14. 6. 51 talvehtinutta vehnän ja juolavehnän sänkeä löydettiin kaikkiaan 1 *A. graminum* ja 15 *P. assimilis* -aikuista.

Mainittujen kiilupistiäislajien toukkia on vaikea erottaa toisistaan, sillä ne ovat rakenteellisesti samankaltaisia. Sen sijaan koteloasteella ilmenee lajien kesken eroavuuksia siinä, että *A. graminum*-kotelo on keskimäärin lyhyempi ja paksumpi kuin *P. assimilis*-kotelo. Lisäksi jälkimmäisen



Kuva 33. *P. assimilis*-toukka imemässä *Miris* sp.:n munia halkaistussa vehnänkorressa. 4/1. Orig.
Figure 33. P. assimilis larva sucking eggs of Miris sp. in a split wheat stem. 4/1. Orig.

takaruumiin sivuilla ja vatsapuolella on havaittavissa kotelokalvon läpi kuultavaa ruskeata väritystä, jollaista *A. graminum*illa ei ole. Tärkein ero lajien kesken on se, että korren sisäseinämä niissä nivelväleissä, joissa keväällä on löydetty *P. assimilis*-kotelo, on valkea tai siinä näkyy vain pieniä ruskehtavia täpliä. *A. graminum* taas, kuten seuraavassa selostetaan, aiheuttaa koko nivelvälin sisäseinämän voimakkaan ruskettumisen.

P. assimiliksen sekä *A. graminum*in lento ja muninta tapahtuvat miltei samanaikaisesti; *P. assimiliksen* aikuistumisen havaitsin kasvatuksissa Tikkurilassa sekä luonnon oloissa Ylistarossa alkavan noin 2 päivää ennen *A. graminum*in aikuistumista. *P. assimiliksella* en ole todennut syyssukupolvea, kuten *A. graminum*illa.

Panstenon assimilis on edellisen nojalla moniruokainen lois- ja petohyönteinen, joka ottaa ravintoa ainakin *Amblymerus graminum*in munista ja toukista, *Mayetiola destructor*in toukista ja koteloista sekä nähtävästi myös tähkäluteiden munista (kuva 33). Lisäksi viittaavat havainnot siihen, että laji tuhoaa myös *Harmolita hyalipenne* Walk. -munia ja -toukkia, joita mm. Ylistarossa on yleisesti juolavehnän *(Agropyrum repens)* korressa. *P. assimiliksen* aiheuttama hyöty lienee arvioitava huomattavaksi sen vuoksi, että laji tuhoaa tähkäluteen munia sekä *Amblymerus graminum* -yksilöitä. Lisäksi sillä voi olla merkitystä hessiläissääsken vähentäjänä.

Muista *A. graminum*in luontaisista vihollisista on mainittava korren sisään tunkeutuneet sienet, joista tärkeimpiä ovat *Cladosporium herbarum* ja *Fusarium* spp., sekä *Rhizoglyphus echinopus* F. & R. -punkki ynnä eräät korressa mädänsyöjinä tavatut tappipunkit *(Tarsonemidae)*. Mainitut eliöt voivat heikentää talvehtivaa *A. graminum*-toukkaa ja lopulta tuhota sen. Varsinkin *Cladosporium herbarum* -sienen näkee usein särkyneessä tai katkaistussa korressa kietovan toukan rihmastoonsa.

E. *A. graminum*in aiheuttamat vauriot kasvissa.

Tutkiessani vuosina 1949—1951 syksyllä kerättyä vehnäaineistoa kiintyi huomio siihen, että korsien sisäseinämä niissä nivelväleissä, joissa *A. graminum*-toukka oli asustanut, oli tumman tai harmahtavan ruskea. Terveen, ehjän korren sisäseinämä on elävässä ja myös tuleentuneessa kasvissa sen sijaan aina vaalean vihreä tai valkea. Sisäseinämän ruskettumista tosin voivat aiheuttaa särkyneeseen korteen tunkeutuneet bakteerit ja sienetkin, mutta ehjän korren seinämä oli tutkituissa tapauksissa luonteenomaisen harmahtavan ruskea vain, milloin korren ontelossa oli elävä toukka

tai selviä toukanjätteitä. Selvinä toukanjätteinä pidettiin kuollutta toukkaa, toukannahkaa tai aikuistuneen hyönteisen nakertamaa pyöreätä reikää korressa, josta hyönteinen oli poistunut. Niissä tapauksissa, jolloin rusketttuneesta korren ontelosta otettiin kasvatukseen kiilupistiäistoukkia, näistä kehittyi aina *A. graminum*-yksilöitä.

Kasvukauden aikana, heinä- ja elokuussa 1950 ja 1951 tein tarkempia havaintoja vehnässä sekä eräissä muissa heinäkasveissa vaurioista, joita *A. graminum*-toukka oli aiheuttanut. Sitä varten tutkin 8—27. 7 välisenä aikana Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalla Ylistarossa eräältä peltolohkolta otettuja vehnä- ja heinänäytteitä, joissa oli runsaasti tätä hyönteistä. Näytteet tutkin heti, kun ne oli otettu kasvupaikastaan.

Eräillä heinäkiilukaslajeilla (esim. *Harmolita tritici* FITCH), jotka munivat korren seinämän läpi, aiheuttaa jo naaraan pistos kasvin solujen epänormaalin jakautumisen ja äkämän muodostumisen (PHILLIPS & DICKE 1935). Tällaista en tutkituissa tapauksissa havainnut. Korren solukkoa tarkastettiin varsinkin *A. graminum*-munien kohdalta ja lähettyviltä tekemällä pitkittäisleikkauksia korren seinämästä. Seinämän soluissa en tällöin todennut epänormaalisuutta tai tummaa väritystä. Ainoastaan yhdessä tapauksessa havaitsin solmun alapuolelle munitun *A. graminum*-munan kohdalla korren seinämän leikkauspinnassa voimakkaalla suurennuksella ohuen, viistoon alaspäin kulkevan viirun, mikä ilmeisesti oli naaraan pistimen tekemä reikä. Sen kohdalla olivat solut täysin terveen näköiset, ja näyttääkin siltä, että pistimen tekemä reikä pian kasvaa umpeen jättämättä jälkeä solukkoon.

Amblymerus graminumin muna ei havaintojeni mukaan aiheuta muutoksia kasvin solukossa.

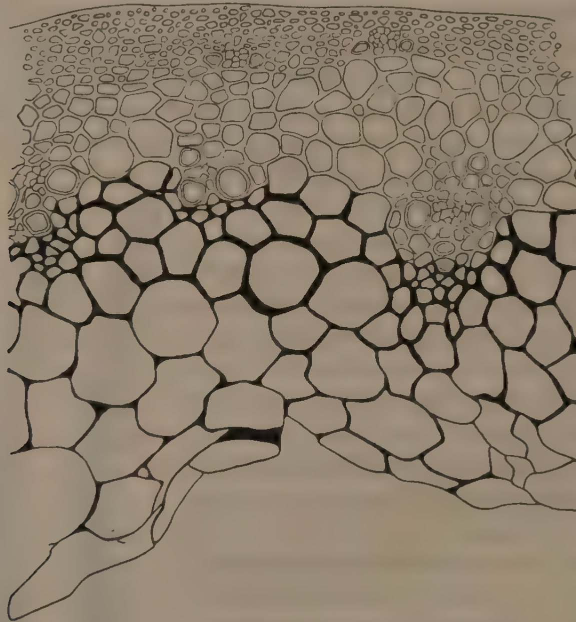
Nuoret ensi asteen toukat, joita tapasin runsaasti 8—15. 7 välisenä aikana, eivät aiheuta nähtäviä muutoksia kasvien sisäseinämän solukoissa. Mitä kauemmin toukka sen sijaan korressa on asunut, sitä selvempää seinämäsolujen ruskettuminen. Täysimittaisten toukkien asuttama korren ontelo on sisältä kauttaaltaan tai suurimmaksi osaksi ruskea (kuva 34). Ruskettunutta solukkoa tarkastellessani havaitsin, että rusketuksen ollessa vaaleata tai laikuttain ilmenevää sisäseinämän maltosolut olivat kuolleet ja ruskettuneet. Myöhemmin kesällä, elo- ja syyskuussa, jolloin



Kuva 34. Halkaistuja korsia, joissa *A. graminumin* toukka on aiheuttanut sisäseinämän ruskettumista. 2/1. Orig.

Figure 34. Split straws in which A. graminum larva caused brown inner stem wall. 2/1. Orig.

toukat jo olivat lopettaneet ravinnonoton, olivat johtojänteet turmeltuneet ja rusketus saastuneissa kasveissa niin voimakasta, että se kuulsi päällysketon läpi. Tällaisten kasvien korren poikkileikkauksessa ilmeni, että toukan turmeleman nivelvälin kohdalla seinämän tylppysolukko on usein aluskettoon saakka turmeltunutta. Solut ovat kokoonpainuneet, usein repeytyneet ja seinämät ruskeat. Tylppysolukon suuret johtojänteet ovat niin ikään ruskettuneet, ja useimmiten on lähempänä varren keskustaa oleva johtojänteiden puuosa turmeltunutta, sitä vastoin nilaosa näyttää vahingoittumattomalta (kuva 35). Turmeltuneet putkilot ovat ruskeaseinäisiä ja täynnä ruskeata massaa, joka ehkäisee nestevirtauksen näissä ja jossa voimakkaalla suurennuksella voidaan todeta bakteereja. Myös kuolleet tylppysolut ovat täynnä bakteereja.



Kuva 35. Poikkileikkaus *A. graminum*-toukan vioittamasta vehnän korren seinämästä, jossa mustat alat merkitsevät turmeltunutta solukkoa (ks. sivu 94). 90/1. Orig.

Figure 35. Cross-section of stem wall injured by the A. graminum larva. The dark tissues are destroyed (see page 141) 90/1. Orig.

Toukka vioittaa sisäseinämän soluja, kuten on voitu päätellä (vrt. sivu 88), imemällä niistä nestettä. Lisäksi on otaksuttavaa, että toukan erittämät aineenvaihtotulokset ovat haitallisia kasville. Tähän johtopäätökseen on tultu sen havainnon perusteella, että korren sisäseinämä on vah-

vasti ruskettunut niissäkin tapauksissa, jolloin korressa on runsaasti tähkäluteen munia ja jolloin nämä siis ovat olleet toukan pääasiallisena ravintona. Myös korren tasainen ruskea väri viittaa siihen, että eivät ainoastaan ne solut tuhoudu, joita toukka vioittaa imennällään, vaan että toukalla on haitallista vaikutusta nivelvälin kaikkiin sisäseinämän osiin, jolloin tämä vaikutus perustuisi lähinnä kasville myrkyllisiin, toukan nahan läpi erittyviin aineisiin. Tähkäludenaaraan tekemän halkeaman sen sijaan en ole todennut aiheuttavan nekroosin leviämistä eikä korren seinämän ruskettumista muualla, kuin halkeaman reunamilla.

Johtojänteiden turmeltuminen ja niiden nestevirtauksen häiriintyminen aiheuttaa vioituskohdan yläpuolella olevien kasvinosien kasvun pysähtymisen ja niiden surkastumisen. Samanlaista korren sisäseinämän ruskettumista sekä vehnän tähkän ja jyvien surkastumista (kahutähkäisyyttä) aiheuttavat mm. *Harmolita grandis* Riley, *H. tritici* Fitch ja *Eurytoma parva* (Gir.) Phillips (Phillips 1927, Phillips & Poos 1937).

F. *A. graminumin* asuinkasvit.

Kun oli selvinnyt, että vehnäkiilukkaalla on osittain kaksi sukupolvea vuodessa, heräsi kysymys siitä, mihin kasveihin syyssukupolven naaras munii. Kevätvehnä on tällöin jo tuleentunutta, ja muninta kuivuneeseen ja kovettuneeseen korteen olisi ilmeisesti mahdotonta. Lisäksi ei nuorella toukalla vehnänkorressa olisi näin myöhään samoja kasvuolosuhteita kuin kevätpolven toukalla. *Amblymerus graminum*illa täytyy siis olla muitakin asuinkasveja kuin vehnä.

Tämän seikan selvittämiseksi tutkin Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalla Ylistarossa vuosina 1950 ja 1951 nk. Suvantolan lohkolla kasvaneita heinäkasveja. Tällä peltolohkolla on hyönteistä havaittu runsaasti viime vuosina. Tutkittaviksi valittiin lähekkäin kasvavia kasviyksilöitä, joten niillä saastunnan mahdollisuudet olivat olleet samanlaiset. Seuraavia kasvilajeja tarkastettiin tällöin: *Agropyrum repens*, *Alopecurus geniculatus*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis* ja *Triticum aestivum*. Lisäksi otettiin tarkastettaviksi muutamia kauempana mainitusta kohdasta kasvaneita *Glyceria fluitans* -yksilöitä.

Havaintojeni mukaan juolavehnä oli mainituista heinäkasveista voimakkaimmin saastunut. 41:ssä umpimähkään otetussa juolavehnäyksilössä tapasin 28 elävää toukkaa, mikä vastaa 68 %:n saastuntaa. Useissa kasveissa oli kolmekin toukkaa saman kasvin eri nivelväleissä. Kaikki nivelvälit, joissa toukka oli asustanut varren sisässä, erottuivat jo ulkopuolisesti tarkastelemalla tumman värinsä vuoksi. Tämä johtui päällysketon läpi kuultavasta sisäseinämän ruskettumisesta. Kuten mainittu, olivat Ruotsissa Umeån seudulla tekemieni havaintojen mukaan monilla tiloilla kaikki juolavehnäyksilöt *A. graminum*-toukan asuttamia. Tämän nojalla on pää-

teltävissä, että juolavehnä on *A. graminum*in tärkein asuinkasvi, mihin se syksyyn saakka kestävän rehevän kasvun ja vielä myöhään tapahtuvan versomisen vuoksi on hyönteiselle mitä suotuisin. *A. graminum*in syyssukupolvi muniikin pääasiassa juolavehnään.

Alopecurus geniculatuksessa L. ja *A. pratensiksessa* L. totesin toukkia niissä kasviyksilöissä, joihin tähkälude oli muninut. Nämä kasvit kasvattavat uusia versoja vielä verraten myöhään kesällä, joten niissä hyönteisen koko lentoajan on pehmeitä ja mehukkaita korsia. Sen vuoksi on sekä tähkäluteen että vehnäkiilukkaan kevätpolven muninta näihin kasveihin mahdollinen.

Festuca rubran L., *Phleum pratensen* L. ja *Poa pratensiksen* L. korsi on jo heinäkuussa kovettunut ja paksuseinäinen. Nähtävästi tästä syystä ei näissä kasvilajeissa ollut tutkitussa materiaalissa vehnäkiilukkaan munia tai toukkia.

Triticum aestivum L. Vertailun vuoksi mainittakoon, että edellisten heinäkasvien vierestä kerätyissä 68 vehnäyksilössä oli 27 toukkaa, mikä vastaa 40 %:n saastuntaa.

Glyceria fluitans (L.) RBR. Noin 2 km:n päässä edellisestä kohdasta otettuja kasveja tutkiessani tapasin yhdessä yksilössä alimman nivelvälin kohdalla lehtitupen sisäpuolella nurmiluteen munia. Saman kasviyksilön toisesta nivelvälistä varren sisästä tapasin *A. graminum*-toukan kaltaisen kiilupistiäistoukan.

Edellisistä havainnoista ja tutkimuksista selviää, että *Amblymerus graminum*in tärkein asuinkasvi on juolavehnä, jossa hyönteisen talvehtiminen ja jatkuva kehitys on varminta. Niinpä ovatkin niillä alueilla, joissa hyönteistä esiintyy, rehevät juolavehnäkasvustot kosteilla, lämpimillä kasvupaikoilla vaarallisia saastunnan lähteitä, joista hyönteinen siirtyy vehnään. K e v ä t v e h n ä s s ä o n v e h n ä k i i l u k k a a n t a l o u d e l l i n e n m e r k i t y s s u u r i n. T ä s s ä k a s v i s s a s e v i o i t t a a k o r r e n s i s ä s e i n ä m ä n s o l u k k o j a a i h e u t t a e n j o h t o j ä n t e i d e n t u k k e u t u m i s t a. Nurmiheinissä lienevät vahingot vähäiset, sillä tärkein nurmikasvimme, timotei, näyttää olevan tätä hyönteistä verraten hyvin vastustava.

4. *C. herpotrichoideksen* ja *A. graminum*in aiheuttama kahutähkäisyys Suomessa.

Johdannossa on selostettu ennen vuotta 1946 saapuneita viljelijäin ilmoituksia kahutähkäisyydestä ja sen esiintymisestä. Seuraavassa tarkastellaan vuosina 1946—1953 tehtyjen tutkimusten nojalla taudin yleisyyttä ja merkitystä eri osissa maata sekä tyvilaikun ja vehnäkiilukkaan runsautta kahutähkäisissä kasveissa.

S a t a k u n n a s s a (luonnonhistoriallinen maakunta St) esiintyy tehtyjen havaintojen sekä neuvojien lähettämien tietojen mukaan yleisesti kahutähkäisyyttä. Vuonna 1950 oli Satakunnasta kootuissa näytteissä (13 kpl.) keskimäärin 23.5 % kahutähkiä, ja eräissä Porin ympäristöstä (tilat 15 ja 23) saaduissa näytteissä jopa yli 60 %. Pahimmin kahutähkäisissä näytteissä tauti johtui joko tyvilaikun tai vehnäkiilukkaan aiheuttamasta korren vioittumisesta; on myös tapauksia, joissa kahutähkäisyys Satakunnassa johtui muistakin, lähinnä abioottisista syistä (tilat 17, 21, 24 ja 173).

P o h j a n m a a (Oa, Om ja Ob) on varsinaista kahutähkäisyysaluetta, jossa taudin aiheuttamat vahingot ovat suuret ja jossa myös tyvilaikkua ja vehnäkiilukasta esiintyy runsaasti. Kahutähkäisyys on vehnänviljelyn kannattavuutta vähentävä tekijä pääasiassa noin 120 km leveällä, Pohjanlahteen rajoittuvalla rannikkoalueella, joka alkaa etelässä Isojoen, Karvian ja Parkanon pitäjistä ja ulottuu pohjoisessa vehnänviljelyalueen pohjoisrajalle, Haukiputaan, Kiimingin ja Utajärven pitäjiin. Tätäkin pohjoisempana, missä vehnää kokeeksi viljellään, kuten paikoin Tornionjokilaaksossa ja Rovaniemen pitäjässä, havaitaan mainittujen tekijöiden aiheuttamaa vioitusta (kuvat 9 ja 23). Kahutähkäisyydestä johtuvan satotappion Pohjanmaalla ovat neuvojat vuosina 1950—1952 arvioineet keskimäärin 20 %:ksi. Tutkituissa näytteissä (174 kpl.) oli kahutähkäisiä kasveja keskimäärin 44.1 %. Kun lisäksi vuonna 1953 tutkituista 41 vehnäviljelyksestä, jotka sijaitsivat eri puolilla Etelä- ja Keski-Pohjanmaata, 30:ssa eli 73 %:ssa oli kahutähkäisyyttä, lienee taudin aiheuttama keskimääräinen sadonvähennys arvioitava neuvojien esittämää korkeammaksi, noin 30 % :ksi. Pahimmin turmeltuneet viljelykset on todettu ruotsinkielisellä rannikkoalueella ja Keski-Pohjanmaalla, jossa monissa tapauksissa (tilat 47, 49, 71, 87, 105, 106, 141, 146, 148, 151, 152, 182, 207, 210 ja 217) yli 80 % kasveista oli kahutähkäisiä. Pohjoisempanakin on joillakin tiloilla tuho ollut samaa suuruusluokkaa (tilat 82 ja 115). Tutkitussa aineistossa esiintyi runsaasti tyvilaikkua ja vehnäkiilukasta, ja nämä tekijät ovatkin Pohjanmaan alueella kahutähkäisyyden pääasialliset aiheuttajat. Niinpä Pohjanmaalta saaduissa näytteissä oli kahutähkäisistä kasveista keskimäärin 42.5 % tyvilaikkutaudin saastuttamia, ja 12.9 % vehnäkiilukkaan vioittamia. Toisinaan tavattiin jompikumpi mainituista tekijöistä joko yksinomaisena tai tärkeimpänä tuhonaiheuttajana. Ankarista kahutähkäisyystapauksista oli tiloilla 71, 82, 94, 106, 146, 148, 153, 155, 178, 179, 183, 184, 185, 186, 191, 192, 193 ym. *C. herpotrichoides*-sieni, ja tiloilla 49, 58, 87, 141, 142 145, 150, 151, 157, ja 189 taas *A. graminum*-pistiäinen tärkein. Molempien eliöiden huomattavaa tuhoa tavattiin tiloilla 47, 85, 100, 105, 115, 138, 152, 159 ja 161. Myös lievemmin viallisissa näytteissä oli milloin toinen, milloin toinen pääasiallisena tuhonaiheuttajana, tai esiintyi molempien tekijöiden aiheuttamaa vioitusta saman verran. Puheena olevien eliöiden esiintymi-

sestä eri osissa Pohjanmaata voidaan todeta, että Etelä-Pohjanmaan rannikkoseuduilla on *A. graminum* keskimäärin tärkeämpi tuhonaiheuttaja kuin *C. herpotrichoides*, muissa osissa Pohjanmaata sen sijaan on *C. herpotrichoideksen* merkitys suurempi. Pohjoiseen ja sisämaahan siirryttäessä vähenee vehnäkiilukkaan merkitys. Kun Etelä-Pohjanmaalla oli pistiäisen vioittamia kasveja 20.6 %, ja tyvilaikun vioittamia 45.1 %, vastaavat luvut Pohjois-Pohjanmaalla olivat 4.6 ja 35.5 sekä Pohjois-Hämeessä 2.9 ja 39.7. Pohjanmaahan niin ikään kuuluvassa Kainuussa (Ok) ei vehnää sanottavasti viljellä, mistä syystä tyvilaikun ja vehnäkiilukkaan esiintymistä siellä ei ole tutkittu. Pohjanmaalla tavataan edellisten lisäksi ja ohella abioottisista tekijöistä johtuvaa kahutähkäisyyttä (tilat 55, 60, 65, 75, 89, 107, 113, 114, 158 ja 175), jonka merkitys tyvilaikun ja vehnäkiilukkaan aiheuttamaan tuhoon verrattuna on vähäisempi. Tavallisuudesta poikkeavina vuosina kuitenkin aikainen halla saattaa turmella vehnäsadot aiheuttamalla kahutähkäisyyttä. Tällainen vuosi oli mm. 1949. Myös eräät sienitaudit, kuten mustaruoste v. 1951, saattavat olla syynä kahutähkäisyyden ilmenemiseen Pohjanmaalla.

Muista osista maata ei yksityiskohtaisia tietoja kahutähkäisyyden esiintymisestä voida esittää, koska tämä tutkimus on kohdistunut pääasiassa Pohjanmaan alueeseen. Seuraavasssa mainitaan kuitenkin lyhyesti taudin esiintymisestä Etelä-, Keski- ja Itä-Suomessa niiden näytteiden ja tietojen perusteella, joita sieltä on saatu.

Uudellamaalla (N) ei tähän mennessä saatujen tietojen mukaan sanottavasti esiinny kahutähkäisyyttä.

Varsinais-Suomessa (Ab) on kahutähkäisyys verraten yleinen ilmiö, mutta sen aiheuttamat vahingot lienevät vähäiset. Tautia on neuvojien ilmoitusten mukaan todettu runsaasti mm. Paimion ja Pöytyän pitäjissä, joissa taudin vahingot arvioidaan 15 %:ksi. Muissa pitäjissä oli kahutähkäisiä kasveja 0—5 %. Varsinais-Suomesta saaduissa näytteissä (23 kpl.) oli keskimäärin 8.1 % kahutähkäisiä kasveja, ja niissä havaittiin tyvilaikun oireita 21.6 %:ssa kasveista. Vehnäkiilukasta ei näissä näytteissä ollut.

Etelä-Hämeessä (Ta) oli kahutähkäisyyttä saaduissa näytteissä (14 kpl.) keskimäärin 34.5 %, ja taudin aiheuttamat vahingot ovat olleet huomattavat paikoin Jokioisten, Kurun, Längelmäen, Mäntän, Ruoveden, Vilppulan ja Ylöjärven pitäjissä sekä Tampereen ympäristössä. Myös Sysmän ja Padasjoen pitäjistä on saatu tietoja kahutähkäisyystapauksista. Etelä-Hämeestä saaduissa vehnänäytteissä oli kahutähkäisistä kasveista keskimäärin 33.4 % tyvilaikun saastuttamia ja 4.8 % vehnäkiilukkaan vioittamia.

Pohjois-Hämeestä (Tb) on Keuruun ja Ähtärin pitäjistä saatu näytteitä, joissa keskimäärin 27.4 % kasveista oli kahutähkäisiä. *A. gra-*

*minum*ia on tavattu yhdeltä tilalta (n:o 119) saaduissa näytteissä 7.6 %:ssa kasveista, ja *C. herpotrichoideksen* saastuttamia kasveja oli näytteissä keskimäärin 39.7 %.

S a v o s s a (Sa ja Sb) tavataan monin paikoin kevätvehnässä kahutähkäisyyttä. Etelä-Savosta saaduissa näytteissä (25 kpl.) oli kahutähkäisiä kasveja keskimäärin 24.5 %, ja tällä alueella oli tapauksia, jolloin tautia esiintyi runsaamminkin (tila 126). Etelä-Savon koeasemalta Mikkelista v. 1950 saaduissa näytteissä esiintyi 3.7 %:ssa kasviyksilöistä vehnäkiilukasta ja 57.4 %:ssa tyvilaikkua. Etelä-Savossa johtuukin kahutähkäisyys nähtävästi pääasiassa tyvilaikusta, jota havaittiin keskimäärin 65.4 %:ssa kahutähkäisistä kasviyksilöistä. Samoin Pohjois-Savosta saaduissa näytteissä (4 kpl.) oli kahutähkäisyyttä, joka johtui tyvilaikusta. Kirjoittajan tekemien havaintojen mukaan oli Pohjois-Savon kasvinviljelykoeasemalla Maaningalla v. 1950 eräällä lohkolla 50.5 % kasviyksilöistä kahutähkäisiä; jokainen kasvi oli tällöin *C. herpotrichoides*-sienen saastuttama. Myös SALMINEN (1950) mainitsee tyvitautien vahingollisuudesta Maaningalla.

K a r j a l a s s a k i n (Ka ja Kb) esiintyy paikoin kahutähkäisyyttä. Tyvilaikkuisia kasveja oli Etelä-Karjalasta saaduissa näytteissä keskimäärin 48.5 % kahutähkäisistä kasveista ja Pohjois-Karjalassa 66.8 %. Suoviljelysyhdistyksen Karjalan koeasemalla oli v. 1950 kevätvehnän lajikekokeessa saaduista näytteistä päätellen keskimäärin 69.0 % kasviyksilöistä tyvilaikun saastuttamia, olipa kolmesta lajikkeesta (Ruskea, Tammi ja Timantti II) 80 % tai sitä enemmän saastunut.

IV. Kahutähkäisyyden torjunnasta.

Seuraavassa tarkastellaan *Cercosporella herpotrichoides* -sienen ja *Amblymerus graminum* -pistiäisen sekä näiden aiheuttamasta vioituksesta johtuvan kahutähkäisyyden ehkäisemiskeinoja nojaten soveltuvin kohdin ulkolaisiin tutkimuksiin sekä suorittamiini kokeisiin. *Cercosporella herpotrichoides* -sienen aiheuttaman tyvilaikun torjuntaa on useissa maissa perusteellisesti tutkittu. Tällöin on koekasvina ollut syysvehnä, jossa taudin vahingot mm. Englannissa, Hollannissa, Saksassa ja U.S.A.:ssa ovatkin suurimmat. Sen sijaan kevätvehnään nähden ei taudin torjuntakysymyksiä ole tiettävästi aikaisemmin selvitetty. Viljakasvien korressa elävien kiilupistiäistuholaisten, heinäkiilukkaiden, torjuntaa on kirjallisuudesta päätellen eniten tutkittu U.S.A.:ssa, jossa näiden hyönteisten merkitys vehnänviljelyssä on ollut suurin.

1. Kemiallinen torjunta.

Kylvösiemenen peittauksella voidaan siemenessä kulkeutuvien *Fusarium*-sienten aiheuttamia tyvivioituksia vähentää (Bennett 1939, Simmonds 1941, Wahlin 1948). Sen sijaan tyvilaikun torjunnassa ei tavanomaisella peittauksella ole merkitystä (Gram 1938). Kiintoisana toteamuksena mainittakoon, että kylvösiemenen käsittely orto-oksikinoliinisulfaatilla $[(C_3H_7ON)_2SO_4H_2]$ Ranskassa antoi lupaavia tuloksia *C. herpotrichoides*-sientä torjuttaessa, mutta toistaiseksi ei ole selvitetty, mihin tämä vaikutus perustui. Ainetta käytettiin kokeissa 25—100 g siemenhehtolitraa kohden. Myös oraita voitiin suojata taudilta käsittelemällä niitä keväällä 0.005 % liuoksella tai antamalla aine pölytteenä (Fron 1934, 1935, Foex 1936). Kun oksikinoliinisulfaattia ei kokeiden mukaan voida käyttää laajoilla viljelyksillä (Foex 1936), ei sillä taudin torjunnassa ole käytännöllistä merkitystä. Tyvilaikun torjumiseksi syysvehnässä on Ranskassa ja Englannissa suoritettu kokeita myös 12 % rikkihapolla (Guyot 1932, Foex & Rosella 1933 a, b, Glynne 1944, 1951, 1953, Salt 1953). Tällöin todettiin, että syksyllä ja varhain keväällä toimitetut ruiskutukset lisäsivät satoa, sekä vähensivät lakoutumista ja tyvilaikkusaastuntaa, samalla kun ne hävittivät rikkaruohoja. Sen sijaan huhti—toukokuussa suoritettu ruisku-

tus oli syysvehnälle haitallinen (GUYOT 1932, GLYNNE 1944). Samansuuntainen vaikutus syysvehnään oli myös kalkkityppilannoituksella (OORT 1936, SPRAGUE 1939). Karbolineumi- ja kuparisulfaattikäsittelyillä ei tyvilaikun torjunnassa Hollannissa ollut sanottavaa merkitystä (OORT 1936). SPRAGUE ja FELLOWS (1934) ovat kokeilleet eräiden pölytteinä ja ruiskutteina käytettyjen fungisidien sekä hivenravinteiden vaikutusta tyvilaikkuun ja todenneet tällöin kokeillut aineet (aluminiumsulfaatti, elohopeakloridi, orgaaniset elohopeayhdisteet, kuparisulfaatti, kuparikalkki, rikkipöly sekä booraksi) tehottomiksi.

Viljakasvien kortta vioittavia tuhohyönteisiä vastaan ei torjunta-aineiden käyttöä ole tähän mennessä suositeltu. Pölytyksiä mm. hessiläissääsken sekä heinäkiilukkaiden torjumiseksi vaikeuttaa se, että hyönteisten sukupolvet seuraavat toisiaan säännöttömästi, minkä vuoksi täyden tehon saamiseksi olisi suoritettava useita käsittelyjä peräkkäin. Tämä on kuitenkin tavanomaisia ruiskuja ja pölyttimiä käyttäen toistaiseksi kannattamatonta (COMTE 1914, LARRIMER 1935).

Kasvinsuojeluaineilla ei siis ainakaan toistaiseksi liene merkitystä tässä teoksessa kuvatun kahutähkäisyyden ehkäisemisessä.

2. Lannoitus.

Lannoituksen vaikutusta tyvitautien esiintymiseen on aikaisemmin selvitetty varsinkin Ranskassa, mutta kokeiden selostuksissa ei tautien aiheuttajia ole mainittu. Koska uudempien tutkimusten mukaan eri tyvitautisienet suhtautuvat eri tavoin tärkeimpiin kasvinravinteisiin (GLYNNE 1939, GARRETT & BUDDIN 1947, GARRETT & MANN 1948, GARRETT 1950), ei aikaisempia lannoituskokeita tässä selosteta.

C. herpotrichoides-sienen aiheuttamia vahinkoja syysvehnässä lisää typenrunsaus maassa sekä palkokasvien viljely (SCHAFFNIT 1932, BOCKMANN 1934, 1940). Varsinkin syksyllä annettuna on typpilannoitteilla selvästi haitallinen vaikutus (SPRAGUE & FELLOWS 1934). Sen sijaan keväällä typpipitoisten väkilannoitteiden käyttö on edullista kasvien kasvua lisäävänä toimenpiteenä, sillä kohtuullisen typpilannoituksen saaneet kasvit pensastuvat hyvin ja saattavat antaa tyydyttävän sadon tyvilaikkusaastunnasta huolimatta (GLYNNE 1944, BJÖRLING 1948). GLYNNE, DION ja WEIL (1945) tutkivat astiakokein typpilannoitteiden vaikutusta taudin määrään ja huomasivat, että tyvilaikun vuoksi kuolleita kasveja oli lannoittamattomissa ja typpeä runsaasti saaneissa koejäsenissä vastaavasti 24 ja 13 %. Saastuneet kasvit olivat terveitä keskimäärin lyhyempiä, ja erot tässä suhteessa olivat suuremmat lannoittamattomissa koejäsenissä. Typpilannoitus vaikutti saastuneiden kasvien lakoutumista ehkäisevästi sekä lyhensi niiden kehitysaikaa, mikä välillisesti vähensi taudin vahinkoja. Samoin BOCKMANN (1952) totesi typpilannoituksen keväällä vähentävän saastuntaa sekä

taudista johtuvia satotappioita. Runsas typpilannoitus lisäsi harvassa kasvustossa kasvien pensastumista sekä tähkien lukua. Liian tiheässä kasvustossa typpilannoitus kuitenkin usein aiheutti lakoutumista ja lisäsi tyvilaikkusaastuntaa. WEIGERTin ja WEIZELin (1934) mukaan eivät typpilannoitteet ainakaan lisänneet tyvilaikkua. Superfosfaatti on joissakin tapauksissa vähentänyt tautia (SPRAGUE & FELLOWS 1934). Väkilannoitteiden merkitystä tyvilaikun ehkäisemisessä on toisinaan pidetty kyseenalaisena, koska monet muut seikat vaikuttavat taudin voimakkuuteen enemmän kuin lannoitus (BOCKMANN 1936, 1950, GLYNNE 1939). Karjanlanta sen sijaan on useissa kokeissa lisännyt tyvilaikkusaastuntaa (BOCKMANN 1934, 1936, 1940, GLYNNE 1946, WAHLIN 1948). Tämän katsotaan johtuvan siitä, että ainakin sellaisessa lannassa, joka ei ole täysin palanutta, oljessa oleva sieni on saastutuskykyinen ja levittää tautia. Lisäksi karjanlanta aiheuttaa viljan laonalttiutta, mikä näkyy selvänä mm. lantatunkioiden paikoissa. Näissä ovatkin tyvilaikun seuraukset vahingolliset (BOCKMANN 1940). Mainittakoon, että *Ophiobolus graminis* SACC. -sienen aiheuttamaa tyvitautia voidaan ehkäistä karjanlantaa käyttämällä, koska mainitun sienen aiheuttamat vahingot ovat voimakkaan lannoituksen saaneissa ja runsasjuurisissa kasveissa vähäiset (BOCKMANN 1938).

Vehnän korressa elävät pistiäistoukat talvehtivat ja kulkeutuvat oljessa paikasta toiseen. Tästä syystä on mm. U.S.A.:ssa tutkittu saastuneesta kasvustosta otetulla oljella sekoitetun lannan käyttömahdollisuuksia ja todettu, että suurin osa heinäkiilukastoukkia säilyy oljessa elävänä lannan palamisesta huolimatta. Siksi on karjanlanta sellaisilla viljelyksillä, joissa on pelättävissä näiden hyönteisten tuhoja, kynnettävä mahdollisimman syvälle maahan ennen kylvöä (PHILLIPS 1920, PHILLIPS & POOS 1937, 1940, CHAMBERLIN 1941). Vehnän korsituholaisten yhteydessä on mainittava, että kaikki kasvien kasvukuntoa parantavat viljelytoimenpiteet tekevät kasvit hyönteisiä paremmin kestäviksi. Runsasta fosfaatti- ja kalilannoitusta pidetään tällöin tärkeänä (DAVIS 1918). Lisäämällä natriumsilikaattia kasvien ravintonesteeseen voitiin astiakokeissa niiden kestävyyttä hessiläissääskeä vastaan lisätä (FELT & BROMLEY 1931). Viljakasvien kestävyyttä näyttävätkin edistävän ne kivennäislannoitteet, joita käyttämällä kasvien tuhkapitoisuus lisääntyy (HASEMAN 1916).

Lannoituksen vaikutusta kevätvehnän kahutähkäisyyden ja sen syiden esiintymiseen olen tutkinut Pohjanmaalla vuosina 1946—1951. Kokeet suoritettiin v. 1946 Keski-Pohjanmaan maamieskoululla Kannuksessa sekä kahdella tilalla Kuortaneella ja Miedossa, muina vuosina Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemilla Ylistarossa ja Ruukissa. Vuonna 1946 selvitettiin superfosfaatin, 40 % kalisuolan, kalkkisalpietarin ja kalkkikivijauheen sekä kuparin ja magnesiumin vaikutusta kahutähkien määrään. Kokeet järjestettiin peltolohkoille, joissa useana vuonna oli viljelty peräkkäin vehnää ja ohraa ja joissa kahutähkäisyyttä oli esiintynyt. Koeruutujen

koko oli 10 m^2, ja kussakin koejäsenessä 4 kerrannaisruutua. Kylvö tapahtui 18—20. 5. Koejäsenet olivat seuraavat: O, Psf 400, K_{40} 400, Nks 400, Caj 10 000, $CuSO_4$ 75 ja $MgSO_4$ 20 kg/ha.

Vehnän täysituleentumisasteella laskettiin kahutähkäisyysprosentit, jotka esitetään neljän kerrannaisruudun keskiarvoina taulukossa 25.

Taulukko 25. Lannoituksen vaikutus kahutähkäisyyden runsauteen v. 1946.

Table 25. Effect of fertilizers on the amount of shrivelheads in 1946.

Koepaikka *Locality*	Lajike *Variety*	Kahutähkiä % *Shrivelheads* %						
		0	Psf	K_{40}	Nks	Caj	$CuSO_4$	$MgSO_4$
Kannus	Tammi	59.6	57.6	52.5	51.3	70.6	58.4	55.7
Kuortane	Timantti I ...	46.6	56.2	41.9	58.1	55.2	48.9	49.5
Mieto	Tammi	60.0	65.5	47.7	49.3	61.3	46.8	57.8
Keskimäärin — *Average*		**55.4**	**59.8**	**47.4**	**52.9**	**62.4**	**51.3**	**54.3**

Kannus: F = 1.34; merkitsevä ero *significant difference* 7.8

Tulokset osoittavat, että kokeilluilla lannoitteilla ei ollut sanottavaa vaikutusta kahutähkien määrään.

Eräiden ravinteiden vaikutusta kahutähkäisyyteen kokeiltiin myös vuosina 1947, 1948 ja 1950 Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemilla. Tällöin todettiin, että aluminium [yhdisteenä $Al_2(SO_4)_3$], boori ($Na_2B_4O_7$), mangaani ($MnSO_4$), pii (Na_2SiO_3) ja rauta ($FeSO_4$) eivät aiheuttaneet muutoksia kahutähkien ja vehnäkiilukkaan määrissä.

Edellä mainittiin, että ulkomaisissa kokeissa on toisinaan saatu typpilannoitteilla myönteisiä tuloksia syysvehnän tyvilaikkua torjuttaessa. Asian selvittämiseksi kevätvehnän suhteen suoritin vuosina 1950, 1951 ja 1953 lannoituskokeita Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemilla. Vehnälajikkeena oli näissä kokeissa Apu, kylvömäärä 250 kg/ha, ruutukoko 10 m^2 ja kerrannaisruutuja 3. Lannoitus ja kylvö tapahtui vuosina 1950 ja 1951 23. 5 sekä vuonna 1953 12. 5. Kokeet sijoitettiin kullakin kerralla sellaiselle lohkolle, jossa esikasvina oli useana vuonna ollut vehnä ja jossa tyvilaikkua ja siitä johtuvaa kahutähkäisyyttä esiintyi. Peruslannoituksena annettiin 400 kg/ha Pkf ja 200 kg/ha K_{40}. Koejäsenet olivat seuraavat:

1950	1951	1953
1. 0	1. 0	1. 0
2. Caj 10 000 kg/ha	2. Caj 10 000 kg/ha	2. Nks 600 kg/ha
3. Nks 300 »	3. Nks 600 »	3. Karjanlantaa 100 t/ha
4. Nks 600 »	4. Nks 600 + Caj 10 000	
5. Nks 600 + Caj 10 000	5. Karjanlantaa 50 t/ha	

Näiden kokeiden tulokset esitetään taulukossa 26.

Taulukko 26. Kahutähkien, *C. herpotrichoideksen* ja *A. graminumin* runsaus % kaikista kasviyksilöistä kalkitus- ja typpilannoituskokeissa v. 1950, 1951 ja 1953.

Table 26. Effect of lime, saltpeter and manure in 1950—1953 on the amount of shrivelheads and its causal organisms, % of total no. of plants.

Koejäsen *Treatment*	Kahutähkiä *Shrivelheads* %		*C. herpotrichoides* %			*A. graminum* %		
	1951	1953	1950	1951	1953	1950	1951	1953
Kontrolli — *Check*	34.7	15.5	82.0	92.3	98.9	0.8	10.0	1.1
Caj 10 000	29.1	—	90.0	90.0	—	6.8	4.4	—
Nks 300	—	—	75.3	—	—	8.0	—	
Nks 600	36.4	22.0	90.7	83.4	97.6	6.0	6.6	2.4
Nks 600 + Caj 10 000	40.7	—	83.0	93.2	—	9.0	16.6	—
Karjanlanta — *Manure* 50 & 100 t	27.5	22.5	—	88.9	97.1	—	16.0	2.9

Kahutähkät v. 1953: *Shrivelheads in 1953:* F = 2.63; merkitsevä ero *significant difference* 9.0

Tulosten mukaan ei salpietarilannoituksella eikä kalkituksella ollut vaikutusta kahutähkien ja niiden aiheuttajien määriin. Karjanlantakaan ei lisännyt eikä vähentänyt kahutähkäisyyttä. Kuten edellä mainittiin, karjanlanta on monissa syysvehnällä suoritetuissa kokeissa sekä viljelijäin käsityksen mukaan meillä kevätvehnälläkin osoittautunut kahutähkäisyyttä enentäväksi maanparannusaineeksi. Tämä saattaa toisinaan johtua siitä, että lanta on ollut palamatonta, ja oljessa talvehtineet eliöt siitä syystä elinvoimaisia, tai siitä, että karjanlanta on aiheuttanut lakoutumista. Selostetuissa kokeissa sen sijaan karjanlanta oli hyvin palanutta, eikä vehnässä ilmennyt sanottavasti lakoutumista.

3. Lajikekysymys.

Sprague (1936) on osoittanut, että syys- ja kevätvehnälajikkeiden alttiudessa *C. herpotrichoides*-sienelle voi infektiokokeissa ilmetä eroavuuksia. Luonnon oloissa sen sijaan samankin lajikkeen alttius vaihtelee eri vuosina. U. S. A.:ssa ei ainoakaan syysvehnälajike osoittautunut tyvilaikkua kestäväksi (Sprague & Fellows 1934). Mainittakoon, että Schaffnit (1933) on todennut tautia hieman kestävämpiä lajikkeita, joiden korressa on tavallista enemmän raakakuitua, pentosaania, ksylaania ja piihappoa. Näennäisesti voi jonkin lajikkeen suurempi taudinkestävyys johtua siitä, että nuoren kasvin kortta ympäröiviä lehtituppia on useita päällekkäin silloin, kun *C. herpotrichoides*-sienen primaari-infektio tapahtuu (Detroux 1946). Kaikkien Detrouxn (l. c.) tutkimien lajikkeiden lehtitupessa oli yhtä voimakas tyvilaikkusaastunta. Lajikevalinnalla ei tähän mennessä olekaan todettu käytännöllistä merkitystä tyvilaikun ehkäisemisessä (Weigert & Weizel 1934, Foex 1935, Oort 1936, Glynne 1944, Detroux l. c.).

Vehnän kortta vioittaviin tuholaisiin nähden on vehnälajikkeiden kestävyydessä huomattu eroavuuksia. Eräiden tutkimusten mukaan on esimerkiksi *Mayetiola destructor*in ja *Harmolita tritici*n tuhoja täysin tai hyvin kestäviä lajikkeita olemassa. Toisaalta CHAMBERLIN (1941) ei huomannut eroja eri vehnälajikkeiden *Harmolita tritici* -saastunnassa Oregonissa. Kestävinä lajikkeina on U. S. A.:ssa tärkeä merkitys mm. Marquillo-kevätvehnällä ja sen hybrideillä (PAINTER & BRYSON 1938, PAINTER, JONES, JOHNSTON & PARKER 1940, PACKARD 1941). Nykyisin ehkäistäänkin heinäkiilukastuhot U. S. A.:ssa viljelemällä kestäviä lajikkeita.

Lajikekokeita kahutähkäisyyden, tyvilaikun ja vehnäkiilukkaan runsauden tutkimiseksi suoritettiin vuosina 1948—1951 Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemilla Ylistarossa ja Ruukissa. Kokeet järjestettiin savimaalla lohkoille, joilla vehnä oli esikasvina. Ruutukoko muissa lajikekokeissa oli 10 m², paitsi Ruukissa v. 1950, jolloin se oli 5 m². Kylvömäärä oli Ylistarossa eri vuosina 180—200 kg/ha, Ruukissa 250 kg/ha. Taulukossa 27 esitetään lajikkeiden kahutähkäisyyden sekä tyvivioitusten määrät suhdelukuina verrattuna kunakin vuonna asianomaisessa paikassa laskettuihin Timantti I:n vastaaviin arvoihin, joita merkittiin 100:lla.

Lisäksi kerättiin kevätvehnänäytteitä v. 1950 Karjalan kasvinviljelykoeasemalta (Anjala), Suoviljelysyhdistyksen Hämeen koeasemalta (Leteensuo), Etelä-Savon kasvinviljelykoeasemalta (Mikkeli), Maatalouskoelaitoksen puutarhaosastolta (Piikkiö), Pohjois-Hämeen (Pälkäne) ja Perä-Pohjolan (Rovaniemi) kasvinviljelykoeasemilta sekä Suoviljelysyhdistyksen Karjalan koeasemalta (Tohmajärvi). Näytteistä lasketut tyvilaikun saastuttamien kasviyksilöiden määrät esitetään taulukossa 28. Tyvivioitusten määrät ilmaistaan tässäkin suhdelukuna verrattuna Timantti I:n vastaaviin arvoihin kullakin koeasemalla. Tyvilaikun lisäksi oli Mikkelistä ja Rovaniemeltä saaduissa näytteissä joissakin kasviyksilöissä vehnäkiilukkaan toukkia. Niiden määriä ei tässä toukkien vähyyden vuoksi esitetä.

Taulukkojen 27 ja 28 nojalla voidaan laskea keskimääräiset suhdeluvut eri lajikkeiden *C. herpotrichoides* ja *A. graminum* -saastunnalle. Saadaan taulukon 29 osoittamat luvut.

Tyvilaikun ja vehnäkiilukkaan saastuttamien kasvien määrät (taulukot 27 ja 28) vaihtelivat eri vuosina. Tyvilaikun vioittamia kasveja oli Ruukissa v. 1950 useissa lajikkeissa (Aikainen 36, Apu, Tammi, Touko) vähemmän kuin Timantti I:ssä. Samana vuonna vaihteli eri koeasemilla tyvilaikun runsaus lajikkeiden kesken jonkin verran, useat lajikkeet olivat tällöin enemmän saastuneita kuin Timantti I. Vehnäkiilukkaan vioittamien korsien määrä oli vv. 1949, 1950 ja 1951 useimmissa lajikkeissa suurempi kuin Timantti I:ssä. Kahutähkäisyyttä oli vv. 1948 ja 1949 Timantti I:ssä enemmän kuin muissa lajikkeissa, sen sijaan v. 1951 ei varmaa eroa eri lajikkeiden kesken tässä suhteessa havaittu. Taulukon 29 mukaan näyttää siltä, että Timantti I olisi eräitä muita meillä viljeltyjä lajikkeita (Kärni, Tammi,

Taulukko 27. Kahutähkien sekä tyvenvioitusten määrät (%) eri lajikkeissa verrattuna kunakin vuonna Timantti I:n vastaaviin lukuihin, joita merkittiin 100:lla.

Table 27. Response of certain varieties of wheat to shrivelheads and straw-destroying organisms compared with Timantti I checks (%) rated as 100.

Lajike — *Variety*	Kahutähkiä *Shrivelheads*				*C. herpotrichoides*		*A. graminum*		
	1948	1949	1950	1951	1950	1951	1949	1950	1951
Ylistaro:									
Apu	—	—	—	155	—	109	—	—	126
Kimmo	24	—	92	107	—	97	—	—	211
Kiuru	—	—	86	166	—	118	—	—	101
Kärni	20	—	212	73	—	105	—	—	84
Tammi	39	—	114	150	—	109	—	—	205
Timantti I	8.2	—	5.0	26.7	—	75.0	—	—	14.6
» II	51	—	94	73	—	99	—	—	110
Touko	—	—	148	100	—	88	—	—	110
Ruukki:									
Aikainen 36	—	71	—	128	58	100	281	980	110
Apu	—	80	—	73	96	101	77	589	161
Kiuru	—	—	—	—	100	—	—	294	—
Tammi	—	76	—	87	87	99	264	394	180
Timantti I	—	47.5	—	46.1	86.7	96.6	12.1	1.7	11.1
Touko	—	—	—	104	88	96	—	789	255

Taulukko 28. *C. herpotrichoides*-sienen vioittamia kasviyksilöitä kasvien koko määrästä koeasemien lajikekokeissa v. 1950 verrattuna Timantti I:n vastaaviin arvoihin, joita merkittiin 100:lla.

Table 28. No. of plants infected by C. herpotrichoides on some experiment stations in 1950 compared with Timantti I checks rated as 100.

Lajike tai linja *Variety or line*	Anjala	Leteensuo	Mikkeli	Piikkiö	Pälkäne	Rovaniemi	Tohmajärvi
Apu	—	—	—	—	—	118	123
Kimmo	—	—	—	—	—	—	113
Kiuru	0	0	—	0	—	141	—
Kärni	0	0	128	480	150	—	42
Tammi	—	299	—	—	—	155	129
Timantti I	0	6.7	50.0	3.3	36.0	44.0	62.0
» II	0	201	136	202	178	—	129
Touko	0	0	—	100	—	45	—
Jo 01751	—	—	100	—	96	—	—
Jo 02903	0	—	—	—	122	—	—
Jo 07405	—	—	152	—	89	—	—
Ta 3455	0	52	108	400	78	—	—
Ta 4168	—	—	—	300	102	—	—

Timantti II) hieman kestävämpi tyvilaikkuun nähden; erityisten lajikkeiden viljelyllä ei koetulosten perusteella ole kuitenkaan merkitystä taudista johtuvan kahutähkäisyyden ehkäisemisessä.

Taulukko 29. Eräiden kevätvehnälajikkeiden keskimääräiset saastunnan suhdeluvut vv. 1949—1951.

Table 29. Mean severity ratings of certain spring wheat varieties in 1949—1951.

Lajike — *Variety*	*C. herpotrichoides*	*A. graminum*
Apu	109	238
Kimmo	105	211
Kiuru	120	198
Kärni	181	84
Tammi	146	261
Timantti I	100	100
» II	158	110
Touko	83	385

C. herpotrichoides: F=2.33*; merkitsevä ero *significant difference* 78.4

4. Kylvöaika.

Kuta aikaisemmin syysvehnän kylvö tapahtuu ja kuta kauemmin oraat ehtivät kehittyä syksyllä, sitä suurempi on tyvilaikkusaastunnan mahdollisuus. Siitä syystä voidaan taudin vahinkoja syysvehnässä vähentää suorittamalla kylvö myöhään (Foex & Rosella 1931, 1933 a, b, Moritz 1932, Schaffnit 1932, Bockmann 1934, 1935, 1936, 1938, Hoffmann 1934, Sprague & Fellows 1934, Weigert & Weizel 1934, 1935, Detroux 1946, Glynne & Moore 1949). Oortin (1936) suorittamissa kokeissa aikainen, syys—lokakuun vaihteessa tapahtuva kylvö lisäsi tautisaastuntaa, mutta myöhäinen kylvö ei Hollannissa siitä huolimatta ole suositeltava.

Vehnän korressa elävien kiilupistiäisten torjunnassa on kylvöajalla eräissä tapauksissa todettu olevan merkitystä. Niinpä myöhään kylvetty kevätvehnä välttää Oregonissa *Harmolita triticin* tuhot (Chamberlin 1941). Sen sijaan Ohiossa ei kylvöajalla todettu olevan vaikutusta *H. tritici*-saastuntaan (Cotton 1919). Myöhään kylvetty syysvehnä on Kansasissa pahimmin *H. grandiksen* vioittamaa (Painter & Bryson 1934). *Harmolita*-suvun tuholaisista voidaan *H. vaginicolaa* torjua tehokkaimmin kylvöä jouduttamalla (Phillips 1920). Kylvöä ei Ohiossa saa suorittaa lokakuun 1 p. jälkeen (Doane 1916, Parks 1921).

Kahutähkien ja sen aiheuttajien määrän riippuvaisuutta kylvöajasta kokeiltiin vuosina 1950—1953 Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemilla Ylistarossa ja Ruukissa. Vuosien 1950 ja 1952 kylvöaikakokeet eivät kuitenkaan antaneet tulosta, koska kahutähkäisyyttä ei tällöin koeruuduilla esiintynyt. Vuonna 1951 järjestettiin kokeet savimaalla, missä vehnän kahutähkäisyyttä aikaisemmin oli esiintynyt. Ylistarossa oli v. 1951 lajikkeena Tammi, v. 1953 Apu, kylvömäärä 180 kg/ha, lannoitus hehtaaria kohden 200 kg superfosfaattia, 100 kg 40 % kalisuolaa ja 200 kg

Montanasalpietaria sekä ruutukoko 10 m². Kylvöpäivät olivat v. 1951 17.5, 26.5 ja 6.6, v. 1953 6.5, 16.5, 26.5, 5.6 ja 15.6. Ruukissa oli lajikkeena Apu, kylvömäärä 200 kg/ha, lannoitus hehtaaria kohden 400 kg superfosfaattia ja 200 kg 40 % kalisuolaa sekä ruutukoko 5 m². Kylvöajat Ruukissa olivat 23.5, 2.6, 12.6 ja 21.6. Vehnän kahutähkäisyys sekä tyvilaikkuja vehnäkiilukassaastunta kussakin koejäsenessä laskettiin neljän kerrannaisruudun keskiarvoina (taulukko 30).

Taulukko 30. Kahutähkien ja tyvivioitusten määrät kylvöaikakokeissa vuosina 1951 ja 1953.

Table 30. Severity of shrivelheads and number of foot lesions in tests on time of sowing in 1951 and 1953.

Koepaikka ja kylvöaika *Locality and time of sowing*		Kahutähkiä *Shrivelheads* %	*C. herpotrichoides* %	*A. graminum* %
Ylistaro 1951	17.5	19.9	87.5	36.8
	26.5	20.6	87.8	28.3
	6.6	13.6	77.3	28.2
» 1953	6.5	18.7	99.8	0
	16.5	13.4	98.9	0
	26.5	18.6	100.0	0
	5.6	21.9	100.0	0
	15.6	33.0	100.0	0
Ruukki 1951	23.5	24.4	94.2	15.0
	2.6	32.1	93.3	15.0
	12.6	36.1	72.5	5.8
	21.6	28.7	86.7	5.0

Kahutähkät v. 1953: *Shrivelheads in 1953:* F = 2.18; merkitsevä ero *significant difference* 14.7

Kylvöaikakokeissa v. 1951 näytti myöhään kylvetyssä kevätvehnässä olevan vähemmän tyvivioituksia kuin normaaliaikana kylvetyssä vehnässä. Myös kahutähkien määrä näytti Ylistarossa tällöin pienemmältä: v. 1953 sen sijaan näytti kahutähkiä olevan myöhään kylvetyssä vehnässä eniten. Ruukissa ei kylvöajalla ollut vaikutusta kahutähkien määrään. Myöhäisestä kylvöstä oli Ruukissa v. 1951 seurauksena hieman lievempi *A. graminum* -saastunta, mikä johtunee siitä, että hyönteisen muninta silloin, kun viimeksi kylvetyt ruudut olivat kehittyneet munintaan sopivalle asteelle (sivu 80), oli jo päättymässä. Kylvöajalla ei niin muodoin selostetuissa kokeissa ollut kahutähkäisyyteen eikä tyvivioituksiin varmaa vaikutusta, joten kylvöajan siirtäminen myöhäisemmäksi ei kevätvehnän viljelyssä tule kysymykseen taudin torjuntakeinona.

5. Kylvötiheys ja -syvyys.

Kuten sivulla 52 mainittiin, ilman kosteus vaikuttaa lähellä maanpintaa olennaisesti tyvilaikkusaastunnan voimakkuuteen. Tämän vuoksi olosuhteet ovat tiheässä kasvustossa sienen kehittymiselle suotuisat, minkä

lisäksi syysviljanoraat tiheässä kasvaessaan alusta alkaen kehittyvät heikoiksi eivätkä pensastu. Sen sijaan harvassa kasvustossa ovat kasvit voimakkaampia ja hyvin pensastuneita, ja siitä johtuen taudin vahingot pienemmät (Sprague & Fellows 1934, Sprague 1937, 1939, Bockmann 1938, 1939, 1950, Glynne & Moore 1949, Glynne 1953). Harvaan kylvettäessä on edullista lannoittaa vehnää riittävästi typpipitoisilla lannoitteilla (Bockmann 1938, 1952, Bawden 1948). Kasvuston tiheys riippuu kylvömäärästä ja kylvörivien etäisyydestä. Englannissa käytettiin eräässä syysvehnäkokeessa 2.5 bush./acren (2.2 hl/ha) ja 2 bush./acren (1.8 hl/ha) kylvömääriä. Tällöin oli tyvilaikkusaastunta vastaavasti 43 ja 8 % (Glynne & Moore 1949). Kylvösyvyyden merkitystä on tutkittu mm. Hollannissa, jossa matala kylvösyvyys osoittautui edulliseksi, kun sen sijaan 5—8 cm syvyyteen kylvetyssä syysvehnässä oli enemmän tyvilaikkua (Oort 1936). Kasvit pensastuvat usein voimakkaammin ja saastuvat lievemmin matalaan kylvetyssä syysvehnässä, mutta erot tässä suhteessa ovat usein vähäiset; matalan kylvön haittana on kuitenkin se, että siemen kuivana syksynä saattaa itää huonosti (Bockmann 1939).

Vehnän korressa elävien kiilupistiäisten aiheuttaman tuhon suuruuteen ei kylvösyvyydellä tai kasvutiheydellä tiettävästi ole välitöntä vaikutusta. Sen sijaan syvään kylvetty vehnä orastuu myöhemmin, josta syystä hyönteistuho on toisinaan voimakkaampi kuin matalaan kylvetyssä vehnässä (Painter & Bryson 1938).

Kasvutiheyden vaikutusta kevätvehnän tyvivioitusten runsauteen tutkittiin kylvömääräkokein vuosina 1949 ja 1950 Pohjois-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalla Ruukissa. Kylvösyvyyskokeita suoritettiin vuonna 1950 Ruukissa sekä Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalla Ylistarossa. Kylvö tapahtui 22—23. 5 käsikylvökoneella (Planet Jr.), jonka kylvämän siemenen määrä sekä kylvösyvyys voitiin säätää. Vehnälajikkeena kaikissa kokeissa oli Apu. Tulokset Ruukissa suoritetuista kylvömäärä- ja kylvösyvyyskokeista esitetään taulukossa 31, jossa kunkin koejäsenen tyvilaikku- sekä vehnäkiilukassaastunta on laskettu neljältä kerrannaisruudulta saatujen tulosten keskiarvoina.

Kylvösyvyydellä ja kylvömäärällä ei kokeiden mukaan ole merkittävää vaikutusta saastuneiden kasviyksilöiden määrään. Tyvilaikkusaastunta oli heikoin 15 cm:n syvyyteen kylvetyssä vehnässä; tämä joutunee syvän kylvön aiheuttamasta heikosta orastumisesta ja näin muodostuneesta harvasta kasvustosta. 15 cm:n kylvösyvyys ei käytännössä kuitenkaan ole mahdollinen. Kylvömäärän ja tyvilaikkusaastunnan kesken ei riippuvaisuussuhdetta havaita, eikä kylvömäärän vähentäminen näytä johtavan kevätvehnässä taudin heikentymiseen kuten kirjallisuuden mukaan syysvehnässä. Vehnäkiilukkaan saastuttamien kasvien lukumäärä vaihteli eri koeruuduissa huomattavasti, eikä varmaa kylvösyvyyden ja -määrän vaikutusta siihen havaita. Kahutähkäisyysprosenttia ei näissä kokeissa voitu laskea.

Taulukko 31. Tyvivioitusten runsaus kylvösyvyys- ja kylvömääräkokeissa vuonna 1950.

Table 31. Number of plants infested by straw-destroying organisms in experiments on depth and rate of sowing in 1950.

Koejäsen — *Treatment*	*C. herpotrichoides*-sienen vioittamia kasveja % *Plants infected by C. herpotrichoides %*	*A. graminumin* vioittamia kasveja % *Plants infested by A. graminum %*
Kylvösyvyys — *Depth of sowing*		
5 cm	81.0	7.0
10 »	76.7	11.3
15 »	57.2	5.1
F	9.04*	1.41
merkitsevä ero *significant difference*	14.6	9.4
Kylvömäärä — *Rate of sowing*		
170 kg/ha	68.5	13.0
210 »	64.7	12.7
250 »	76.0	12.5
290 »	74.5	10.0
F	< 1	< 1
merkitsevä ero *significant difference*	20.5	6.9

6. Kasvinvuorottelu.

Aikaisemmin (siv. 53) mainittiin, että *C. herpotrichoides*-sieni talvehtii maahan jääneessä sängessä ja oljen kappaleissa. Kuta enemmän maassa on saastuneiden kasvien jätteitä, sitä suuremmat tyvilaikkuesiintymän mahdollisuudet seuraavana kasvukautena. Sienen kuromat voivat levitä tuulen mukana, mutta voimakkain saastunta aiheutuu vehnän kasvupaikassa talvehtineessa sängessä ja oljessa kehittyneistä kuromista ja sienirihmoista. Tästä seuraa, että kasvinvuorottelu on huomion arvoinen näkökohta taudin ehkäisemisessä. Sen vuoksi sitä onkin lukuisissa tutkimuksissa käsitelty tyvilaikun torjuntakeinona.

Viljakasveista ovat tyvilaikulle alttiita pääasiassa vehnä, ohra ja ruis. Milloin vehnää tai ohraa ei ollut viljelty ainakaan 4:nä vuonna ennen syysvehnää, tyvilaikkusaastunta oli Englannissa suoritetuissa kokeissa vain 6 %. Saastunta oli syysvehnässä sitä voimakkaampaa, kuta vähemmän aikaa oli kulunut taudille alttiin kasvilajin viljelystä (GLYNNE & MOORE 1949). Syysvehnän tautisaastunta oli Saksassa voimakkaampi kevätvehnän kuin ohran jälkeen (RUNGE 1938). OSTERMAYERin (1934) mukaan vehnä on pahimmin tyvilaikun saastuttamaa, milloin esikasvina on jatkuvasti viljakasvi. Saman tutkijan mukaan on vehnän tyvilaikkusaastunnan voimakkuus riippuvainen pääasiassa juurikasvin tai perunan paikasta kierrossa. Tyvitautipulma johtuukin GRAMin (1938) mukaan viljavaltaisesta kasvin-

vuorottelusta sekä siitä, että kierrossa on yksi vuosi viljaa liikaa. Kolmesta perättäisestä viljakasvista on edullista valita keskimmäiseksi kaura tai ruis. Tyvitautien vuoksi on seosviljojen viljelyä vältettävä (Gram & Nielsen 1941). *C. herpotrichoides* saastuttaa yksinomaan *Gramineae*-heimon kasveja, mutta muodostaa kuromia myös apilan, mailasen, lantun, rypsin, sinapin ja pavun talvehtineissa ja kuolleissa varsissa. Mainittuja kasveja pidetään sopivina vehnän esikasveina muulloin, paitsi tyvilaikun pahoin saastuttamassa maassa. Tällöin ne saattavat olla taudin levittäjinä ja tartunnanlähteenä seuraavilla viljakasveilla (Bockmann 1935 b). Fuchs (1935) ja Bockmann (1950) pitävät perunaa ja juurikasveja hyvinä vehnän esikasveina varsinkin lämpimillä mailla; herneen jälkeen on tyvilaikku toisinaan ollut voimakasta. Myös Schaffnit (1932) on todennut herneen joissakin tapauksissa lisänneen tyvilaikkusaastuntaa. Hollannissa sen sijaan ei hernettä ja apilaa pidetä tautia edistävinä kasveina (Oort 1936).

Edellä sivulla 60 mainittiin ne *Gramineae*-heimon suvut, jotka on todettu alttiiksi *C. herpotrichoides*-sienelle. Tämän mukaan voi nurmiheinäkasveilla olla kierrossa merkitystä tyvilaikun levittäjinä. Storeyn (1947) kokeissa Englannissa oli nurmen suojaviljana kaura edullisempi kuin vehnä ja ohra, koska tyvilaikkua oli runsaasti vehnään tai ohraan perustetussa nurmessa. Kauraan perustetun kolmivuotisen heinänurmen jälkeen oli vehnä tervettä. Skotlannissa tauti väheni huomattavasti milloin syysvehnän esikasvina oli heinä (Glynne 1946 a). Nurmen merkitys kierrossa *C. herpotrichoides*-sienen esiintymiseen nähden on Glynnen ja Mooren (1949) mukaan kuitenkin vielä epäselvä. Esikasvista riippuu usein syysvehnän kylvöaika, kylvösyvyys, kasvutiheys sekä maan typpipitoisuus, jonka vuoksi esikasvilla on välillisestikin vaikutusta vehnän tyvilaikkusaastuntaan (Bockmann 1940).

C. herpotrichoides-sienen torjumiseksi ja sen vahinkojen ehkäisemiseksi on sanotusta johtuen useissa maissa suositeltu tehokkaimpana keinona kasvinvuorottelua, jossa vältetään vehnän ja ohran viljelyä peräkkäin ja jossa peruna, juurikasvi, kaura, rypsi, rapsi, heinä tai palkokasvi sijoitetaan jokaisen vehnän ja ohran jälkeen. Rukiin taudinalttius on joissakin tapauksissa epäselvä. Voimakkaan tyvilaikkusaastunnan esiintyessä on taudin ehkäisemiseksi viljeltävä kunkin viljakasvin jälkeen 3 vuonna taudinkestäviä kasveja (Schaffnit 1932, Bockmann 1934, 1935 a, 1936, 1938, 1939, Hoffmann 1934, Sprague & Fellows 1934, Runge 1938, Glynne 1944, 1946 b).

Kasvinvuorotteluun liittyy sellaisten kasvijätteiden hävittäminen, joissa sieni talvehtii. Näitä toimenpiteitä käsitellään osittain seuraavassa luvussa, osittain oli kysymys esillä jo karjanlannan käyttöä edellä tarkasteltaessa.

Vehnän korressa elävien kiilupistiäistuholaisten torjunnassa on joissakin tapauksissa kasvinvuorottelulla merkitysta (Davis 1918, Felt 1923, Mc Kinney & Larrimer 1923, Phillips & Poos 1940). Tärkeämpi kuin kasvinvuorottelu on kuitenkin vehnäviljelyksen e t ä i s y y s hyönteisen

talvehtimispaikoista, edellisen vuoden vehnän sänkipellosta ja olkikasoista. Niinpä siivettömän *Harmolita grandis* RILEY -naaraan keskimääräinen etenemismatka munintakohtaa etsiessään on 30 yardia (n. 27 metriä). Siivellinen kesäpolven naaras saattaa lentää 150 yardin (n. 140 metrin) päähän aikuistumispaikastaan. Suotuisien tuulien on todettu kuljettavan siivellistä hyönteistä ainakin mailin (n. 1 660 metrin) päähän (LARRIMER & FORD 1919). Myös Venäjällä on todettu etäisyyden aikuistumispaikasta vaikuttavan hyönteissaastunnan voimakkuuteen. Niinpä oli *Harmolita eremita*n PORTSCH. vioittamia ruisyksilöitä 6, 50, 100, 150 ja 250 metrin päässä hyönteisen aikuistumispaikasta vastaavasti 70, 50, 45, 41, 38 ja 25 % (TJESNOKOV 1930). Heinäkiilukasten torjunnassa pidetäänkin tärkeänä näkökohtana vehnän viljelyä mahdollisimman kaukana, vähintäin 65—75 yardin (60—70 metrin) päässä edellisen vuoden sänkipellosta sekä olkikasojen hävittämistä ennen hyönteisen aikuistumista (PHILLIPS 1920, TJESNOKOV l. c., PHILLIPS & POOS 1937, 1940, CHAMBERLIN 1941).

Kasvinvuorottelun vaikutusta kevätvehnän kahutähkäisyyden runsauteen Suomessa selvitettiin eri puolilla Pohjanmaata vv. 1951—1953. Taulukossa 32 esitetään k a i k k i e n sanottuina vuosina tutkittujen vehnäviljelysten kahutähkäisyysprosentit ja esikasvit sekä muita tietoja tautisuuteen vaikuttaneista tekijöistä. Tyvivioitusten runsaus näissä tapauksissa ilmenee liitteessä 1, eikä näitä lukuja esitetä toistamiseen taulukossa 32. Maininnat esikasveista ja lannoituksesta perustuvat viljelijöiden antamiin tietoihin, kahutähkäisyyden ja muiden kasvitautien sekä rikkaruohojen runsaus selvitettiin paikalla suoritetuin tutkimuksin.

Taulukko 32 osoittaa, että monissa tutkituissa viljelyksissä oli kevätvehnän esikasvina joko viljakasvi tai heinä. Näissä viljelyksissä näytti kevätvehnä pahemmin tautiselta silloin, kun esikasvina joko yhden tai useamman vuoden ajan oli ollut vehnä tai ohra. Perunan tai juurikasvin jälkeen oli kahutähkäisyysprosentti useissa tapauksissa tavanomaista pienempi (tilat 137, 142, 144, 180, 188, 251, 252, 255, 257, 264). Karjanlannalla on ollut ilmeinen tautia lisäävä vaikutus sekä vehnälle että myös sen esikasville annettuna (tilat 136, 138, 141, 152, 153, 160, 161, 175, 183, 192, 194, 207, 217). Heinän jälkeen saattaa kahutähkäisyys kevätvehnässä olla vähäistä, mutta laitumen vaikutus vehnän tautisuuteen näyttää usein haitalliselta (tilat 139, 141, 146, 157, 158, 159) johtuen kenties maalle kulkeutuvasta oljesta sekä luonnonlannan runsaasta kerääntymisestä. Kahutähkäisyyttä lisää juolavehnän runsas esiintyminen (tilat 145, 159, 165, 182). Erityistä huomiota kiinnitettiin viljelyksiin, joissa viereisillä saroilla tai lohkoilla oli ollut erilaiset vehnän esikasvit. Näissä tapauksissa ilmeni selvänä esikasvin vaikutus vehnän kahutähkäisyyteen (tilat 152, 179, 195, 247, 248, 261).

Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelykoeasemalla Ylistarossa tutkittiin v. 1951 edellisen vuoden olkikasan läheisyydessä kasvavaa Tammi-vehnää.

Taulukko 32. Esikasvien vaikutus kahutähkäisyyteen eräillä tiloilla v. 1951—1953.

Table 32. Effect of previous crops on incidence of shrivelheads at some farms in 1951—1953.

H = heinä — *grass*
J = juurikasvi — *root-crop*
K = kaura — *oat*
L = laidun — *pasture*
M = kesanto — *fallow*
N = ohra — *barley*
P = peruna — *potato*
R = ruis — *rye*
V = vehnä — *wheat*
Kl = karjanlantaa — *manure*
Jv = runsaasti juolavehnää — *severe quackgrass*

Tila n:o *Farm no.*	Kahutähkiä *Shrivelheads* %	Esikasvi — *Previous crop*					Huomautuksia *Remarks*
		1.	2.	3.	4.	5.	
1951 136	16.7	H	H	H	H	V	Kl 1951
137	9.7	P	R	H	H	H	
138	44.6	P	K	L	L	L	Kl 1950
139	37.8	L	L	L	L	L	
140	24.5	N	P	V	—	—	
141	54.3	L	L	L	V	—	Kl 1951
142	17.7	P	P	V	—	—	Kl 1951
143	52.6	P	P	H	H	H	Runs. mustaaruostetta — *Severe stem rust*
144	12.5	P	P	H	H	H	
145	36.7	N	N	P	—	—	Jv
146	80.0	L	L	L	—	—	»
147	32.8	V	R	K	K	V	
148	100.0	V	V	H	H	H	Kl 1951
149	20.9	H	H	H	H	H	
150	22.2	H	H	H	H	V	Kl 1951
151	81.6	V	H	H	H	H	
152 I	81.3	N	K	M	H	H	Kl 1951
» II	29.9	J	K	H	H	H	Kl 1950
153	52.9	N	R	M	—	—	Kl 1948—51
154	0	N	H	H	H	—	
155	23.7	L	L	L	H	H	
156	32.6	H	H	H	V	—	Kl 1951
157	38.5	L	L	L	L	L	
158	47.0	L	L	L	H	H	
159	72.7	L	L	L	L	L	Jv
160	34.3	P	P	R	—	—	Kl 1950
161	53.6	R	V	L	L	L	Kl 1951
162	23.6	L	L	L	L	L	
165	30.3	H	H	H	N	N	Jv
1952 174	34.1	V	K	H	—	—	Kl 1951
175	60.3	R	L	H	H	—	Kl 1952
176	33.3	V	L	L	H	—	
177	25.8	V	L	L	L	—	Kl 1951
179 I	55.1	K	V	P	—	—	Kl 1952
» II	13.8	P	P	R	—	—	Kl 1951
180	23.6	J	V	V	—	—	Kl 1951
181	14.3	V	L	L	L	—	
182	100.0	P	P	L	L	—	Jv
183	77.1	N	L	H	H	—	Kl 1952
184	47.9	P	V	L	L	—	Kl 1951
185	33.3	P	N	H	H	—	Kl 1951
186	32.6	P	K	H	H	—	Kl 1951
187	15.5	H	H	H	N	—	
188	20.8	P	N	V	—	—	

Tila n:o *Farm no.*	Kahutähkiä *Shrivelheads* %	Esikasvi — *Previous crop* 1.	2.	3.	4.	5.	Huomautuksia *Remarks*
189	22.2	L	L	L	V	—	
190	21.3	V	K	H	H	—	Kl 1952
191	55.7	V	R	L	H	—	
192	62.9	N	P	—	—	—	Kl 1952
193	22.3	R	H	H	H	—	
194	51.6	V	—	—	—	—	Kl 1952
195 I	37.3	V	H	H	H	—	Kl 1952
» II	0	P	P	H	H	—	Kl 1950—51
196	11.8	K	H	H	H	—	Kl 1952
197	25.0	V	—	—	—	—	Kl 1951
198	16.1	V	R	H	—	—	Kl 1952
200	38.7	P	P	—	—	—	Kl 1951, Jv
201	17.2	R	V	V	—	—	
202	17.2	V	R	P	—	—	Kl 1952
203	14.9	R	L	L	L	—	Kl 1952
204	18.7	H	H	H	K	—	Kl 1952
205	27.4	P	L	N	—	—	
207	85.7	R	R	H	H	—	Kl 1952
208	33.1	R	N	P	—	—	Kl 1951
209	55.4	N	R	J	—	—	
210	88.3	R	V	N	—	—	Kl 1951
212	30.1	P	N	V	—	—	
213	30.7	R	P	V	—	—	Kl 1951
214	67.4	P	R	H	H	—	Kl 1951
215	20.1	P	—	—	—	—	Kl 1952
216	26.9	J	R	—	—	—	Kl 1951
217	93.6	V	N	R	—	—	Kl 1952
218	31.6	V	N	V	—	—	Kl 1952
219	37.5	P	N	V	—	—	Kl 1951
222	30.3	H	H	H	—	—	
223	43.6	P	R	R	—	—	Kl 1951
1953 243	100.0	P	R	R	L	L	Kl 1952
244	11.6	R	H	H	H	—	Kl 1953
245	18.8	K	H	H	H	H	
246	38.6	V	P	P	—	—	Kl 1951—52
247 I	8.9	N	P	H	H	H	Kl 1953
II	2.4	P	R	H	H	H	
248 I	80.7	N	N	N	—	—	Kl 1952
II	22.1	P	N	N	—	—	Kl 1952
249	13.2	R	R	H	H	H	Kl 1952
250	13.0	H	L	L	H	—	Kl 1953
251	16.3	P	K	J	H	H	Kl 1952
252	18.6	P	V	L	L	L	Kl 1952—53
253	31.2	L	L	L	—	—	
254	35.0	K	R	H	H	H	Kl 1953
255	12.5	P	P	—	—	—	Kl 1952—53
256	21.1	V	P	N	N	H	Kl 1951—52—53
257	18.9	P	P	R	—	—	Kl 1951—52
258	53.0	R	P	L	L	L	Kl 1951, Jv
259	8.3	N	V	R	H	H	Kl 1953
260	91.0	P	V	—	—	—	
261 I	9.0	R	N	P	—	—	} Kl 1953, Jv.
II	59.0	N	N	P	—	—	
262	8.6	N	R	N	—	—	Kl 1952, virtsaa 1953
263	52.9	V	V	P	—	—	Kl 1953
264	17.9	P	H	H	H	H	
265	43.7	N	V	N	—	—	Kl 1953
266	12.0	H	H	H	H	H	Kl 1953, Jv.
267	36.0	P	V	P	V	—	
268	43.0	V	L	L	L	—	Kl 1953
269	16.9	H	H	H	H	—	Kl 1953

Kolmesta kohdasta, 45, 105 ja 150 metrin päässä kasasta otettiin valikoimatta 250 kasvin näytteet ja analysoitiin nämä. Tällöin todettiin, että *A. graminum*in vioittamia kasveja oli näissä kohdissa vastaavasti 61.7, 33.8 ja 20.0 % kasvien koko määrästä. Oljessa talvehtineet hyönteiset olivat sen mukaan aiheuttaneet voimakkaimman vioituksen lähinnä talvehtimispaikkaa kasvavassa vehnässä, ja vioitusprosentti oli likipitäen kääntäen verrannollinen etäisyyteen olkikasasta.

Sanotusta seuraa, että kahutähkäisyyden ehkäisemisessä ja vehnänviljelyn edistämisessä Pohjanmaan rannikkoalueilla on tärkein toimenpide kierron noudattaminen, jossa jokaisen vehnän ja ohran jälkeen viljellään vähintään yhtenä tai kahtena vuonna perunaa, juurikasveja, kauraa, palkokasveja, öljykasveja tai heinää. Milloin kahutähkäisyys on voimakasta, on vehnän ja ohran jälkeen viljeltävä vähintään kolmena vuonna mainittuja taudinkestäviä kasvilajeja. Lisäksi on otettava huomioon vehnäviljelyksen etäisyys edellisen vuoden sänkipellosta tai olkivarastoista; vielä 100 metrin päässä talvehtimispaikasta saattaa vehnäkiilukas esiintyä vahingollisena.

7. Viljelyteknilliset toimenpiteet.

C. herpotrichoides-sienen saastuttaman sängen hävittämiseksi suositellaan toisinaan sängen polttoa tai syväkyntöä (Schaffnit 1932, Bockmann 1934, Weigert & Weizel 1934, Glynne 1939). Joissakin tapauksissa U.S.A.:ssa ei sängen poltolla kuitenkaan ollut merkitystä (Sprague & Fellows 1934). Syväkynnön haittana on mainittava, että syvämuokkaus toisinaan lisää syysvehnän tyvilaikkusaastuntaa (Moritz 1932, Hoffmann 1934). Hyvin muokatussa maassa onkin vehnä usein pahemmin saastunutta kuin jäykässä ja kokkareisessa maassa johtuen siitä, että kylvö tapahtuu pehmeässä maassa syvempään ja siinä myös kasvien typensaanti on parempi (Bockmann 1939, 1940). Sänki olisi tyvilaikun ehkäisemiseksi kynnettävä 30—40 cm:n syvyyteen (Bockmann 1936) ja seuraava kyntö suoritettava siten, että maahan kynnetty sänki ei uudestaan kynnettäessä käänny pinnalle (Bockmann 1935 b, Wahlin 1948). Monivuotiset rikkaruohot elättävät vuodesta toiseen tyvilaikun aiheuttajaa maassa. Siksi myös rikkaruohojen hävitys on tärkeä toimenpide taudin torjunnassa (Glynne 1946 a). Vaarallisin rikkaruoho on juolavehnä.

Vehnän korressa elävien kiilupistiäistuholaisten aiheuttamien vahinkojen ehkäisemiseksi on U. S. A.:ssa suositeltu vehnän leikkuuta mahdollisimman lyhyelle sängelle ja sängen syväkyntöä tai polttoa. Olki voidaan käyttää kuivikkeeksi, jolloin lannan on levitettäessä oltava hyvin palanutta, ja se on kynnettävä heti levityksen jälkeen maahan (Davis 1918, Phillips 1920, Phillips & Poos 1937, 1940, Chamberlin 1941). Mainittakoon, että leikkuupuimureita pidetään pitkää sänkeä jättävinä korjuulaitteina U.S.A.:ssa usein syynä hyönteistuhojen lisääntymiseen (Parks 1940).

Hyönteistuhojen ehkäisemisessä on myös olkikasojen polttaminen ennen hyönteisten aikuistumista tärkeä toimenpide.

Suomessa voidaan suositella kahutähkäisyyden ehkäisemiseksi sängen syväkyntöä, oljen polttoa tai käyttöä kuivikkeeksi sekä tyvilaikun aiheuttajaa ja vehnäkiilukasta elättävän juolavehnän hävittämistä. Kahutähkäisyysalueilla on erityisen tärkeätä hävittää juolavehnä mahdollisuuksien mukaan viljelysmaista kesannoimalla ja juurikasveja viljelemällä sekä lisäksi tuhota ojien varsilla ja muualla viljelysten lähistöllä kasvavat rikkaruohostot. Nurmen perustamista vehnään on vältettävä, koska vehnänsänki tällöin jää kyntämättä ja siinä useimmiten alimmassa nivelvälissä elävät ja talvehtineet vehnäkiilukkaat pääsevät esteettä lentoon ja sukuansa jatkamaan. Vehnäkiilukkaan torjumiseksi olisi selostettuja menetelmiä noudatettava yhdenmukaisesti ja samanaikaisesti paikkakunnan viljelyksillä.

V. Yhteenveto.

Aineenvaihdunnan häiriintymisen tai kasvuajan epänormaalin lyhenemisen aiheuttama kasvin ennenaikainen tuleentuminen ja kuivuminen ilmenee heinäkasveissa usein kahutähkäisyytenä. Milloin nestevirtaus tähkään tai joihinkin sen tähkylöihin ehtyy jo ennen tähkimistä tai heti sen jälkeen, on seurauksena kokonais- tai osittais-valkotähkäisyyttä. Kahutähkissä on niiden tuleennuttua erikokoisia kurttuisia kahujyviä, kun sitä vastoin valkotähkät ovat kokonaan tai osittain jyvättömiä.

Kahutähkien pituus ja paksuus sekä tähkylä- ja jyväluku on pienempi kuin normaalisti kehittyneissä tähkissä. Kahujyvien paino on keskimäärin 47.8 % (vaihdellen 35.5—71.8 %) täysin kehittyneiden jyvien painosta, niiden itävyys keskimäärin $^2/_3$ normaalijyvien itävyydestä. Peittaamattomien jyvien itävyyden ja homeisuuden kesken vallitsee verraten korkea negatiivinen korrelaatio. Kuivapeittaus ei sanottavasti edistänyt kahujyvien itämistä. — Kahutähkäisestä vehnästä saadun puidun sadon hehtolitrapaino on samaa suuruusluokkaa kuin samalla seudulla kasvaneesta terveestä kasvustosta saadussa sadossa. — Kahujyvien valkuais- ja tärkkelysmäärät jyvää kohden ovat alhaisemmat kuin normaalijyvissä. Kahujyväisen sadon suhteellinen (%:ssa lausuttu) valkuaispitoisuus on korkeampi kuin terveestä vehnästä saadussa sadossa. Tärkkelyksen sokeroituminen on kahujyväisessä sadossa herkempää kuin terveessä sadossa, mikä vähentää sadon leivinkelpoisuutta. — Korjuun viivästyminen voi huonontaa sadon itävyyttä sekä leivinkelpoisuutta, minkä vuoksi kahutähkäisen kevätvehnän korjuu ennen keltatuleentumista on kannattavaa.

Kahutähkäisyytenä ilmenevä häiriö kasvin elintoiminnassa voi aiheutua monista abioottisista ja bioottisista tekijöistä. Pohjanmaalta ja Satakunnasta, missä noin kolmas osa sadosta turmeltuu taudin vuoksi, saaduissa kahutähkäisissä kevätvehnänäytteissä todettiin vuosina 1946—1953 runsaasti tyvilaikkua (aiheuttaja *Cercosporella herpotrichoides* FRON) sekä vehnäkiilukkaan (*Amblymerus graminum* HÅRDH) toukkia. Molemmat eliöt vioittavat korren tyviosaa, mistä on seurauksena nestevirtauksen häiriintymistä kasvissa ja tästä johtuen kahutähkäisyyttä.

C. herpotrichoides-sieni määritettiin ensimmäisen kerran Suomessa. Laji esiintyy kaikissa osissa maata, ja sen merkitys on huomattavin Pohjanlah-

teen rajoittuvilla alueilla, jossa kylmä ja kostea kevät usein hidastaa kasvien alkukehitystä. Tällaiset olosuhteet edistävät sienen kehitystä ja tyvilaikkusaastuntaa. Eri *C. herpotrichoides*-isolaattien morfologisissa ja patogeenisissa ominaisuuksissa todettiin vaihtelevuutta. Ilmarihmaston värin ja kasvutavan perusteella ryhmitettiin isolaatit kolmeen tyyppiin; myös sektoreita esiintyy lajin yksikuromaviljelyksissä. Sienen kasvunopeus oli keskimäärin neljännes eristettyjen *Fusarium*-lajien kasvunopeudesta; tämä seikka vaikeuttaa usein *C. herpotrichoides*-sienen eristämistä ja toteamista.

Tyvilaikkua on Suomessa havaittu seuraavissa *Gramineae*-heimon kasveissa: *Agropyrum repens* (L.) PB., *Alopecurus pratensis* L., *Festuca pratensis* HUDS., *Festuca rubra* L., *Hordeum sativum* JESS., *Poa annua* L., *Poa pratensis* HUDS., *Secale cereale* L. ja *Triticum aestivum* L. Näistä on juolavehnän merkitys tautia lisäävänä rikkaruohona huomattava.

Kahutähkäisten vehnäyksilöiden korresta eristettiin seuraavat *Fusarium*-lajit: *F. avenaceum* (FR.) SACC., *F. culmorum* (W. G. SM.) SACC., *F. graminearum* SCHW., *F. equiseti* (CDA) SACC., *F. scirpi* LAMB. & FAUTR. sekä *F. scirpi* LAMB. & FAUTR. v. *filiferum* (PR.) WR. Näistä kolmea viimeksi mainittua ei Suomessa ole aikaisemmin määritetty. Infektiokokeissa aiheuttivat *F. avenaceum* ja *F. culmorum* kevätvehnän korrentyven vioittumista; muillakin eristetyillä *Fusarium*-lajeilla on merkitystä *C. herpotrichoides* -sienen heikentämissä kasveissa sekundaarisina patogeeneina esiintyessään.

Vehnäkiilukas (*Amblymerus graminum* HÅRDH) on munapeto, jonka ravintona heinäkasvien korressa ovat nurmiluteiden (*Capsidae*) munat sekä ehdollisesti myös kasvinnesteet. Niissä nivelväleissä, joissa toukka on asustanut, on korren sisäseinämä aina ruskettunut ja johtojänteissä puuosa ja toisinaan nilaosa turmeltunut. Laji talvehtii esikoteloasteella heinäkasvien korressa aikuistuen touko—kesäkuussa. Lentoaika on kuukauden pituinen kestäen heinäkuun alkuun saakka. Vehnäkiilukkaalla on osittain kaksi sukupolvea vuodessa; syyssukupolvi aikuistuu elokuun puolivälissä. Talvehtimisen aikana on jatkuva ankara pakkanen (alle —20° C) sekä toistuva jäätyminen toukalle tuhoisaa; veden tai jään sisässä toukka säilyy elävänä ainakin 25 päivän ajan. Päivänvalo ja ilman kosteuden kyllästymisvajaus aiheuttavat kasvavan toukan kuolemisen. Luontaisista vihollisista on tärkein *Panstenon assimilis* NEES, jonka toukat tuhoavat vehnäkiilukkaan munia ja toukkia. *P. assimilis* ottaa ravintoa myös tähkäluteiden munista, sekä hessiläissääsken (*Mayetiola destructor* SAY) koteloista.

Vehnäkiilukkaan toukkia on havaittu seuraavien heinäkasvien korressa: *Agropyrum repens* (L.) PB., *Alopecurus geniculatus* L., *Alopecurus pratensis* L., *Glyceria fluitans* (L.) RBR. ja *Triticum aestivum* L.

Tyvilaikun ja vehnäkiilukkaan sekä niiden aiheuttaman kahutähkäisyyden torjunnassa ei väkilannoitteiden käytöllä, lajikevalinnalla, kylvöajalla eikä kylvötiheydellä ja -syvyydellä näytä olevan merkitystä. — Karjan-

lanta saattaa lisätä vehnän kahutähkäisyyttä aiheuttamalla lakoutumista sekä levittämällä oljessa kahutähkäisyyden aiheuttajia. Jos karjanlannan käyttöön vehnälle on pakottavia syitä, on lannan oltava hyvin palanutta, ja se on kynnettävä maahan heti levityksen jälkeen. Karjanlanta voi lisätä tautia myös esikasville annettuna. — Tärkein taudin ehkäisykeino on kasvinvuorottelu, jossa vältetään vehnän ja ohran viljelyä peräkkäin. Sopivia vehnän esikasveja ovat peruna, juurikasvit, kaura, palkokasvit, öljykasvit sekä heinä. Milloin kahutähkäisyys esiintyy ankarana, on vehnän jälkeen vähintään kolmena vuonna viljeltävä taudinkestävää kasvia. Vehnänsänki on syytä kyntää syvään jo syksyllä tai ainakin ennen toukokuun loppua, ja vehnää edellisenä vuonna kasvanut maa on muokattava kylvökuntoon ennen sanottua ajankohtaa. — Vehnää olisi kunakin vuonna viljeltävä mahdollisimman kaukana edellisen vuoden vehnäpellosta, olkikasoista sekä juolavehnäkasvustoista. — Olkikasojen ja juolavehnän hävittäminen olisi suoritettava koko paikkakunnan viljelyksillä. Varsinkin juolavehnän hävitys viljelysmaista ja niiden lähettyviltä on tärkeimpiä kahutähkäisyyttä ehkäiseviä toimenpiteitä.

Kirjallisuus.

AAMODT, O. S. & JOHNSTON, W. H. 1936. Studies on drought resistance in spring wheat. Canad. Jour. Res., Sect. C, 14, p. 122—152.

ADAM, D. B. 1940. On the occurrence of *Cercosporella herpotrichioides* FRON in South Australia. Jour. Austr. Inst. agr. Sci., 6, p. 48—51.

APPEL, O. & WOLLENWEBER, H. W. 1910 a. Grundlagen einer Monographie der Gattung *Fusarium* (LINK). Arb. Kais. biol. Anst. f. Land- und Forstwirtsch., 8, p. 1—209.

—»— & WOLLENWEBER, H. W. 1910 b. Die Kultur als Grundlage zur besseren Unterscheidung systematisch schwieriger Hyphomyceten. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 28, p. 435—448.

ATANASOFF, D. 1920. Fusarium-blight (scab) of wheat and other cereals. Jour. agr. Res., 20, p. 1—32.

BALDACCI, E. & CIFERRI, R. 1944. Studi sulla »stretta» dei cereali, I. Atti dell' Istituto Botanico e del Laboratorio Crittogamico, Ser. 5, 1, p. 217—276.

BALTZER, U. 1930. Untersuchungen über die Anfälligkeit des Roggens für Fusariosen. Phytopath. Zeitschr., 2, p. 377—441.

BAWDEN, F. C. 1948. Department of Plant Pathology. Rothamsted Exp. Sta., Rep. 1947, p. 49—52.

BENNETT, F. T. 1932. *Fusarium* species on British cereals. The Gibbosum group, I. *F. scirpi* LAMB. et FAUTR. Ann. appl. Biol., 19, p. 21—34.

—»— 1939. *Fusarium* disease of cereals. Agric. Progress, 16, p. 64—69.

BISCHOFF, H. 1927. Biologie der Hymenopteren, p. 1—598. Berlin 1927.

BJÖRLING, K. 1948. Stråbassjukdomar hos vete och korn. Växtskyddsnotiser 1948, 2, p. 24—27.

BLUNCK, H. 1932. Zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der Metamorphose getreidebewohnender Halticinen. Zeitschr. f. angew. Ent., 19, p. 357—394.

BOCKMANN, H. 1934. Bekämpfung der Weizenfusskrankheiten. Deutsche Landw. Presse, 61, p. 615—616.

—»— 1935 a. Über die betriebswirtschaftlichen Hintergründe der Fusskrankheiten des Weizens. Ibid., 62, p. 155.

—»— 1935 b. Über die Halmbruchkrankheit des Weizens. Ibid., 62, p. 329.

—»— 1936. Untersuchungen über die Schadwirkung von *Cercosporella herpotrichoides* FRON an Getreide. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtsch., 21, p. 625—634.

—»— 1938. Ursachen und Verhütungsmöglichkeiten der Getreidefusskrankheiten. Deutsche Landw. Presse, 65, p. 487—488.

—»— 1939. Möglichkeiten zur Verhütung der Halmbruchkrankheit bei Getreide. Pflanzenbau, 15, p. 403—430.

—»— 1940. Fruchtfolge und Halmbruchkrankheit bei Getreide. Landw. Jahrb., 89, p. 393—412.

BOCKMANN, H. 1950. Über die Halmbruchkrankheit des Weizens und ihren Erreger *Cercosporella herpotrichoides* FRON. Phytopath. Zeitschr., 17, p. 293—304.

—»— 1952. Der Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Halmbruchkrankheit (Lagerfusskrankheit) des Weizens. Ibid., 19, p. 383—388.

BONNIER, G. & TEDIN, O. 1940. Biologisk variationsanalys, p. 1—325. Stockholm 1940.

BORG, Å. 1951. Några växtsjukdomar och skadedjur i Västergötland 1950. Växtskyddsnotiser 1951, 1, p. 1—7.

BRAUN, H. & RIEHM, E. 1940. Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung, p. 1—270. Berlin 1940.

BROADFOOT, W. C. 1934. Studies on foot and root rot of wheat, III. Effect of crop rotation and cultural practice on the development of foot rot of wheat. Canad. Jour. Res., 10, p. 95—114.

BRUEHL, G. W. 1951. Rhizoctonia solani in relation to cereal crown and root rots. Phytopathology, 41, p. 375—377.

BUTLER, E. J. & JONES, S. G. 1949. Plant Pathology, p. 1—979. London 1949.

CHAMBERLIN, T. R. 1941. The Wheat Jointworm in Oregon, With Special Reference to its Dispersion, Injury, and Parasitization. U. S. Dept. of Agric., Techn. Bull. 784, p. 1—47.

CIFERRI, R. 1944. Relazione sull'attività del Laboratorio Crittogamico, dell'Osservatorio Fitopatologico e del Centro Studi Anticrittogamici di Pavia durante l'anno 1943. Atti dell'Istituto Botanico e del Laboratorio Crittogamico, Ser. 5, 1, p. 277—364.

CLAUSEN, C. 1940. Entomophagous insects, p. 1—688. New York 1940.

COMTE. 1914. Les parasites du blé. Ref. The Review of applied Entomology, 2, p. 231—233.

CONNERS, I. L. & SAVILE, D. B. O. 1950. Diseases of Cereal Crops. Twenty-ninth annual report of the Canadian Plant Disease Survey, 1949, I, p. 1—18.

CORDA, A. C. J. 1838. Icones Fungorum Hucusque cognitorum, II, p. 1—43. Pragae 1838.

COTTON, E. C. 1919. Wheat Insect Survey for 1919. Ohio Agric. Exp. Sta., Bim. Bull. IV, 8, p. 241—245.

DAVIS, J. J. 1918. The control of three important wheat pests in Indiana. Purdue Univ. Agr. Exp. Sta., Circ. 82, p. 1—11.

DÉFAGO, G. 1941. Effets de l'aneurine, de ses composants et de l'hétéro-auxine sur la croissance de trois parasites du blé. Phytopath. Zeitschr., 13, p. 293—315.

DENNIS, R. W. G. 1944. Cereal diseases in Scotland. Ann. appl. Biol., 31, p. 370—374.

DETROUX, L. 1946. Recherches sur le piétin-verse (*Cercosporella Herpotrichoïdes* FRON). Parasitica, 2, p. 1—13.

DICKSON, J. G. 1947. Diseases of field crops, p. 1—429. New York 1947.

DOANE, R. W. 1916. A new Species of *Isosoma* attacking Wheat in Utah. Jour. econ. Ent., 9, p. 398—401.

DOSDALL, C. 1923. Factors influencing the Pathogenicity of *Helminthosporium Sativum*. Univ. of. Minnesota, Agr. Exp. Sta., Techn. Bull. 17, p. 1—47.

EIDE, C. J. 1935. The Pathogenicity and Genetics of *Gibberella Saubinetii* (MONT.) SACC. Ibid., 106, p. 1—67.

FELT, E. P. 1923. 35th Report of the State Entomologist. N. Y. State Museum, Bull. 247—248, p. 1—129.

—»— & BROMLEY, S. W. 1931. Developing resistance or tolerance to insect attack. Jour. econ. Ent., 24, p. 437—443.

FOEX, E. 1935. Quelques observations sur les maladies du pied des céréales. C. R. Acad. Agric. France, 21, p. 501—505.

—»— 1936. Nouveaux essais expérimentaux sur les piétins des céréales au cours de la campagne 1934—1935. Ibid., 22, p. 140—147.

—»— & ROSELLA, E. 1929. Contribution à nos connaissances sur le Piétin du Blé. C. R. Acad. Sci., 189, p. 777—779.

—»— & ROSELLA, E. 1930. Sur le diverses formes du Piétin. Rev. Path. Vég. Ent. Agric., 17, p. 41—51.

—»— & ROSELLA, E. 1931. Quelques observations sur le Piétin du Blé. Ibid., 18, p. 133—142.

—»— & ROSELLA, E. 1933 a. Note expérimentale sur un des piétins. C. R. Acad. Agric. France, 19, p. 470—474.

—»— & ROSELLA, E. 1933 b. Quelques observations sur le piétin des céréales. Rev. Path. Vég. Ent. Agric., 20, p. 172—187.

FRIEDERICHS, K. 1930. Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie, I. Ökologischer Teil, p. 1—417. Berlin 1930.

FRON, G. 1912. Contribution a l'étude de la maladie du »Pied noir des céréales» ou »Maladie du Piétin». Ann. Sci. Agron. Franc. et Étr., 4e Série, 1, p. 3—29.

—»— 1934. Nouveaux essais de lutte contre la maladie du piétin du blé. C. R. Acad. Agric. France, 20, p. 644—650.

—»— 1935. Observations au cours de la campagne 1935, sur le développement de la maladie du piétin du blé. Ibid., 21, p. 922—930.

FUCHS, W. H. 1935. Die Getreidefusskrankheiten im Gebiet von Halle. Kühn-Archiv, 39, p. 115—120.

GAHAN, A. B. 1933. The Serphoid and Chalcidoid Parasites of the Hessian fly. U. S. Dept. of Agric., Misc. Publ. 174, p. 1—147.

GARRETT, S. D. 1950. The control of take-all under intensive cereal cultivation. Agriculture, 56, p. 514—516.

—»— & BUDDIN, W. 1947. Control of take-all under the Chamberlain system of intensive barley growing. Ibid., 54, p. 425—426.

—»— & MANN, H. H. 1948. Soil conditions and the take-all disease of wheat, X. Control of the disease under continuous cultivation of a spring-sown cereal. Ann. appl. Biol., 35, p. 435—442.

GAUL, F. 1938. Beobachtungen über Getreide-Fusskrankheiten, insbesondere Halmbruchkrankheit. Deutsche Landw. Presse, 65, p. 461—462.

GILMAN, J. C. 1945. A manual of soil fungi, p. 1—392. Ames 1945.

GLYNNE, M. D. 1936. Some new British records of fungi on Wheat. *Cercosporella herpotrichoides* FRON, *Gibellina cerealis* PASS., and *Ophiobolus herpotrichus* (FR.) SACC. Trans. Brit. Myc. Soc., 20, p. 120—122.

—»— 1939. Eyespot lodging of wheat caused by *Cercosporella herpotrichoides* FRON. Agric. Progress, 16, p. 70—74.

—»— 1942. *Cercosporella herpotrichoides* FRON., causing eyespot of wheat in Great Britain. Ann. appl. Biol., 29, p. 254—264.

—»— 1944. Eyespot, *Cercosporella herpotrichoides* FRON, and lodging of wheat. Ibid., 31, p. 377—378.

—»— 1946 a. Eyespot of wheat and barley in Scotland in 1944. Ibid., 33, p. 35—39.

—»— 1946 b. Eyespot of Wheat and Barley. Ministry of Agric. and Fish., Leaflet 321, p. 1—4.

—»— 1951. Effects of cultural treatments on wheat and on the incidence of eyespot, lodging, take-all and weeds. Ann. appl. Biol., 38, p. 665—688.

—»— 1953. Wheat yield and soilborne diseases. Ibid., 40, p. 221—224.

GLYNNE, M. D., DION, W. M. & WEIL, J. W. 1945. The effect of eyespot (*Cercosporella herpotrichoides* FRON) on wheat and the influence of nitrogen on the disease. Ibid., 32, p. 297—303.

—»— & MOORE, F. J. 1949. Effect of previous crops on the incidence of eyespot on winter wheat. Ibid., 36, p. 341—351.

GORDON, W. L. & SPRAGUE, R. 1941. Species of *Fusarium* associated with rootrots of the Graminae in the northern great plains. The Plant Disease Reporter, 25, p. 168—180.

GORTER, G. J. M. A. 1941. Eye-spot Lodging Disease of Wheat. Stellenb.-Elsenb. Coll. Agr. Univ. Stellenb., Farmers' Bull. 160, p. 1—2.

GRAM, E. 1938. Forsøg med Korndyrkning og Fodsyge. Tidsskrift for Planteavl, 43, p. 561—605.

—»— & NIELSEN, K. N. 1941. Saedskiftet og Saedskifte-Plantesygdomme, p. 1—31. København 1941.

GREANEY, F. J. & BAILEY, D. L. 1927. Root-Rots and Foot-Rots of Wheat in Manitoba. Dom. of Canada, Dept. of Agric., Bull. 85, p. 1—31.

—»— & MACHACEK, J. E. 1934. Studies on the control of root-rot diseases of cereals caused by *Fusarium culmorum* (W. G. SM.) SACC. and *Helminthosporium sativum* P., K. and B. Scientific Agriculture, 15, p. 377—386.

GUYOT, A. L. 1932. De l'evolution du piétin des céréales en rapport avec certains facteurs météorologiques. Rev. Path. Vég. Ent. Agric., 19, p. 215—228.

—»— 1934. Observations sur quelques maladies fusariennes des céréales en France. Ibid., 21, p. 143—186.

GÄUMANN, E. 1946. Pflanzliche Infektionslehre, p. 1—611. Basel 1946.

HANSEN, H. R. 1938. Om Fodsyge hos Korn paa Grundlag af udenlandske Undersøgelser. Tidsskrift for Planteavl, 43, p. 630—645.

HASEMAN, L. 1916. An Investigation of the supposed immunity of some varieties of wheat to the attack of Hessian fly. Jour. econ. Ent., 9, p. 291—294.

HENRY, A. W. 1924. Root-Rots of Wheat. Univ. of Minnesota, Agric. Exp. Sta., Techn. Bull. 22, p. 1—71.

HILLI, A. 1933. Viljalajien tyvitaudeista. Maatalous, 10, p. 258—259.

—»— 1939. Vehnän tyvitauti ja sen torjunta. Pellervo, 40, p. 539—540.

HILTNER, E. 1933. Klima und Witterung als Ursachen nichtparasitärer Pflanzenkrankheiten. P. SORAUER, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, I, 1, p. 318—474.

HOFFMANN. 1934. Bekämpfung der Fusskrankheiten des Weizens. Deutsche Landw. Presse, 61, p. 582.

HUKKINEN, Y. 1917. Peltokasveja maassamme vahingoittavista rakkojalkaisista (*Thysanoptera*). Tiedonantoja maamiehille, 50, p. 1—12.

—»— 1922. Hessiläiskärpänen (*Mayetiola destructor* SAY), uusi vaarallinen viljakasviemme tuhooja. Ibid., 70, p. 1—10.

—»— 1934. Über die Weissährigkeit der Gramineen, I. Maat. tiet. Aikakausk., 6, p. 139—158.

HÅRDH, H. J. E. 1950 a. *Amblymerus graminum* n. sp. (*Hym., Chalcididae*), a Pteromalid living in the Wheat stem. Suomen Hyönteistiet. Aikakausk., 16, p. 84—88.

—»— 1950 b. On the Hessian fly and its Parasites in Finland. Ibid., 16, p. 92—93.

—»— 1952. Kevätvehnän vajaatähkäisyydestä. Koet. ja käyt., 2, p. 4.

IMMS, A. D. 1925. A General Textbook of Entomology, p. 1—698. London 1925.

Imperial Mycological Institute. 1945. Distribution maps of plant diseases, 74. *Cercosporella herpotrichoides* FRON.

ISENBECK, K. & v. ROSENSTIEL, K. 1950. Die Züchtung des Weizens, p. 285—529. Berlin 1950.

Jamalainen, E. A. 1943 a. Über die Fusarien Finnlands, I. Valt. Maat. koet. Julk., 122, p. 1—26.
—»— 1943 b. Über die Fusarien Finnlands, II. Ibid., 123, p. 1—25.
—»— 1944. Über die Fusarien Finnlands, III. Ibid., 124, p. 1—24.
—»— 1946. Vehnän kevyttähkäisyydestä. Maatalous, 12, p. 158—161.
Johansen, D. A. 1940. Plant Microtechnique, p. 1—523. New York 1940.
Johansson, E. 1938. Studier rörande de på gräs och sädesslag levande tripsarnas biologi och skadegörelse, I. I vetefält och vallar förekommande associationsformer samt skadegörelsens natur och omfattning. Växtskyddsanstalten, Medd. 24, p. 1—65.
—»— 1953. Några fakta angående bollnässjukan. Växtskyddsnotiser 1953, 3, p. 33—38.
Jones, E. T. 1940. A Discussion of Hessian Fly Resistance in certain Wheat Varieties. Trans. Kans. Acad. Sci., 43, p. 243—265.
Jørstad, I. 1945. Parasittsoppene på kultur- og nyttevekster i Norge, I. Sekksporesopper (Ascomycetes) og konidiesopper (Fungi imperfecti). Melding fra Statens Plantepatologiske Institutt, 1, p. 1—142.
Kanervo, V. 1950. *Frankliniella tenuicornis* Uzel (*Thysanoptera*) als intrafloraler Schädling an Gerste. Proc. 8th Int. Congress of Ent., p. 647—653.
Kiesselbach, T. A. & Helm, C. A. 1917. Relation of size of seed and sprout value to the yield of small grain crops. Univ. of Nebraska, Agric. Exp. Sta., Bull. 11, p. 1—73.
Kitunen, E. 1949. Viime kesän kevätviljasadon laadusta. Koet. ja käyt., 11, p. 3—4.
Koblet, R. 1944. Ergebnisse und Ziele der getreidebaulichen Versuchsarbeit. Schweiz. landw. Monatshefte, 22, p. 57—81.
Lambotte, E., Fautrey, F., Roumeguére, C., Mer, E., Brunaud, P., Niel, E., Rolland, L., Ferry, R. & Destrée, C. 1894. Fungi exiccati praecipué Gallici, 66. Revue Mycologique, 16, p. 108—117.
Larrimer, W. H. 1935. The Hessian Fly in the United States. Ref. The Review of applied Entomology, 23, p. 541.
—»— & Ford, A. L. 1919. The Migration of *Harmolita grandis* form *minutum:* an important factor in its Control. Jour. econ. Ent., 12, p. 417—425.
Lehmann, E., Kummer, H. & Dannemann, H. 1937. Der Schwarzrost, p. 1 —584. München 1937.
Lind, J., Rostrup, S. & Kølpin Ravn, F. 1917. Oversigt over Landbrugsplanternes Sygdomme i 1916. Tidsskrift for Planteavl, 24, p. 229—254.
Lindblom, A. & Mühlow, J. 1932. Två undersökningar rörande vetemyggans skadegörelse och ekonomiska betydelse. Centralanst. för försöksv. på jordbruksomr., Medd. 420, p. 1—24.
Lindfors, Th. 1920. Studier över Fusarioser, I. Snömögel och stråfusarios. Ibid., 203, p. 1—50.
Linnaniemi, W. M. 1914. Valkotähkäyökön (*Hadena secalis*) toukka eli n.s. »solmumato», ruispeltojen hävittäjänä sekä keinoja sen torjumiseksi. Tiedonantoja maamiehille, 25, p. 1—11.
Listo, J. 1926. Kahukärpänen (*Oscinella frit* L.). Valt. Maat. koet. Tied., 5, p. 1—7.
Machacek, J. E. & Greaney, F. J. 1936. Studies on the control of root-rot diseases of cereals, IV. Canad. Jour. Res., Sect. C, 14, p. 438—444.
Marchal, M. É. 1939. Observations et Recherches effectuées à la Station de Phytopathologie de l'État pendant l'année 1938. Inst. agron. Gembloux, Bull. 8, p. 77—85.

Mc Kinney, H. H. & Larrimer, W. H. 1923. Symptoms of Wheat Rosette compared with those produced by certain Insects. U. S. Dept. of Agric., Bull. 1137, p. 1—8.

Mead, H. W. 1939. Shrivelling of wheat kernels by stem rust and its effect on seed value. Scient. Agric., 19, p. 481—493.

Merkenschlager, F. 1933. Pflanzenernährung und Pflanzenkrankheiten. P. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, I, 1, p. 199—317.

Mitter, J. H. 1929. Studies in the Genus *Fusarium*, VII. Saltation in the Section Discolor. Ann. Botany, 43, p. 379—410.

Moore, W. C. 1949. Cereal diseases. Ministry of Agric. and Fish., Bull. 129, p. 1—45.

Moritz, O. 1932. Die Fusskrankheiten des Weizens. Mitt. Deutsch. Landw. Ges., 47, p. 957—958.

—»— & Bockmann, H. 1933. Einleitende Studien über *Cercosporella herpotrichoides* Fron. Angewandte Botanik, 15, p. 409—419.

Nees ab Esenbeck, C. G. 1834. Hymenopterorum Ichneumonibus affinium monographiae, II, p. 1—448. Stuttgartiae 1834.

Neumann, M. P. 1929. Brotgetreide und Brot, p. 1—567. Berlin 1929.

Nielsen, O. & Weber, A. 1935. Smittsomme Sygdomme af saerlig Interesse. Tidsskrift for Planteavl, 40, p. 736—745.

Nilsson-Ehle, H. 1904. Stråknäckning hos höstvete, förorsakad af svampen *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not., och dess förhållande hos olika sorter. Sveriges Utsädesförenings Tidsskrift, 4, p. 1—21.

Noack, M. 1928. Sphaeriaceales. P. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, II, 1, p. 589—680.

—»— 1932. Fungi (Pilze), C. Ascomycetes. Ibid., III, 1, p. 448—737.

Oort, A. J. P. 1933. Over Voetziekten bij Granen. Landbouwkundig Tijdschrift, 45, p. 945—953.

—»— 1936. De oogvlekkenziekte van de granen veroorzaakt door *Cercosporella herpotrichoides* Fron. Tijdschrift over Plantenziekten, 42, p. 179—234.

Ostermayer, A. 1934. Statistische Studien über das Auftreten und die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, 12, p. 61—71.

Oswald, J. W. 1949. Cultural variation, taxonomy and pathogenicity of *Fusarium* species associated with cereal root rots. Phytopathology, 39, p. 359—376.

Packard, C. M. 1941. Breeding wheat and Alfalfa for Resistance to Insect Attack. Jour. econ. Ent., 34, p. 347—352.

Padwick, G. W. & Henry, A. W. 1933. The relation of species of *Agropyron* and certain other grasses to the foot-rot problem of wheat in Alberta. Canad. Jour. Res., 8, p. 349—363.

Painter, R. H. & Bryson, H. R. 1934. Hessian fly and other Wheat Insects. Kansas Agric. Exp. Sta., Bienn. Rep. 7, p. 101—103.

—»— & Bryson, H. R. 1938. Hessian Fly and other Wheat Insects. Ibid., 9, p. 105—106.

—»— ,Jones, E. T., Johnston, C. O. & Parker, J. H. 1940. Transference of Hessian Fly Resistance and Other Characteristics of Marquillo Spring Wheat to Winter Wheat. Kansas Agric. Exp. Sta., Techn. Bull. 49, p. 1—55.

Parks, T. H. 1921. The effect of time of sowing upon the control of the Wheat Sheath Worm (*Harmolita vaginicolum* Doane). Jour. econ. Ent., 14, p. 490—492.

—»— 1940. Effect of Wheat Harvesting Machinery on Insect Control. Ibid., 33, p. 646—647.

Percival, J. 1921. The Wheat Plant. A Monograph, p. 1—463. London 1921.

PESOLA, V. A. 1927. Kevätvehnän keltaruosteenkestävyydestä. Valt. Maat. koet. Julk., 8, p. 1—176, 1—22.

PHILLIPS, W. J. 1920. Studies in the life history and habits of the Jointworm flies of the Genus *Harmolita* (*Isosoma*) with Recommendations for Control. U.S. Dept. of Agric., Bull. 808, p. 1—27.

—»— 1927. *Eurytoma parva* (GIRAULT) PHILLIPS and its Biology as a Parasite of the Wheat Jointworm, *Harmolita tritici* FITCH. Jour. agr. Res., 34, p. 743—758.

—»— & DICKE, F. E. 1935. Morphology and Biology of the Jointworm Gall. Ibid., 50, p. 359—386.

—»— & Poos, F. W. 1937. The Wheat Strawworm (*Harmolita grandis* RILEY) and its Control. U.S. Dept. of Agric., Farmers'Bull. 1323, p. 1—9.

—»— & Poos, F. W. 1940. The Wheat Jointworm and its Control. Ibid., 1006, p. 1—12.

PIETTRE, M. 1934. Maturation des grains de blé. Influence de quelques phénoménes physicochimiques. C. R. Acad. Sci., 198, p. 608—611.

POHJAKALLIO, O. 1936. Valkotähkäisyystutkimuksia Jokioisissa kesällä 1935. Valt. Maat. koet. Julk., 77, p. 1—78.

REUTER, E. 1900. Über die Weissährigkeit der Wiesengräser in Finland. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica, 19, 1, p. 1—136.

—»— 1902. Weissährigkeit der Getreidearten. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 12, p. 324—338.

—»— 1904. Kertomus tuhohyönteisten esiintymisestä Suomessa vuonna 1903. Maanvilj. hall. Tied., 47, p. 1—28.

RIES, D. T. 1926. A biological study of *Cephus pygmaeus* (LINNAEUS), the wheat-stem sawfly. Jour. agr. Res., 32, p. 277—295.

RIMSKY-KORSAKOV, M. N. 1914. Chalcids of the genus *Isosoma* injurious to grain crops in Russia. Ref. The Review of applied Entomology, 2, p. 470—473.

ROCKWOOD, L. P. & REEHER, M. M. 1933. The Hessian fly in the Pacific Northwest. U.S. Dept. of Agric., Techn. Bull. 361, p. 1—23.

ROEMER, TH., FUCHS, W. H. & ISENBECK, K. 1938. Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen, p. 1—427. Berlin 1938.

ROUX, E., FOEX, E. & ROSELLA, E. 1934. Etude sur les piétins des céréales. C. R. Acad. Agric. France, 20, p. 479—483.

RUNGE. 1938. Beobachtungen zur Halmbruchkrankheit des Weizens 1938 (*Cercosporella herpotrichoides*). Deutsche Landw. Presse, 65, p. 421.

RUSSELL, R. C. 1936. Take-all — a root-rot of cereal crops. Dom. of Canada, Dept. of Agric., Circ. 93, p. 1—7.

SAALAS, U. 1933. Viljelyskasvien tuho- ja hyötyhyönteiset, p. 1—676. Porvoo 1933.

SACCARDO, P. 1886. Sylloge Fungorum, IV, p. 1—807. Patavia 1886.

SALMINEN, M. 1950. Eräitä Pohjois-Savon kasvinviljelyskoeaseman 20-vuotistaipaleelta saatuja koetuloksia ja kokemuksia. Koet. ja käyt., 3, p. 1.

SALT, G. A. 1953. A field experiment on wheat infected with eyespot. Ann. appl. Biol., 40, p. 224—225.

SCHAFFNIT, E. 1932. Zu den bisherigen Ernteschäden durch Lagern des Weizens. Deutsche Landw. Presse, 59, p. 535—536.

—»— 1933. *Cercosporella herpotrichoides* (FRON) als Ursache der Halmbruchkrankheit des Getreides. Phytopath. Zeitschr., 5, p. 493—503.

SCHINDLER, F. 1923. Handbuch des Getreidebaus, p. 1—530. Berlin 1923.

SHERBAKOFF, C. D. 1915. Fusaria of Potatoes. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta., Mem. 6, p. 1—270.

SHIKORRA, G. 1906. Fusarium-Krankheiten der Leguminosen. Arb. Kais. biol. Anst. f. Land- und Forstwirtsch., 5, p. 157—183.

SIMMONDS, P. M. 1941. Rootrots of cereals. The Botanical Review, 7, p. 308—332.

SMITH, H. S. 1926. The fundamental importance of life-history data in biological control work. Jour. econ. Ent., 19, p. 708—714.

SNODGRASS, R. E. 1910. The anatomy of the honey bee. U.S. Dept. of Agric., Bur. Ent., Techn. Ser., 18, p. 1—162.

SNYDER, W. C. & HANSEN, H. N. 1940. The species concept in *Fusarium*. Amer. Jour. Bot., 27, p. 64—67.

—»— & HANSEN, H. N. 1941. The species concept in *Fusarium* with reference to section *Martiella*. Ibid., 28, p. 738—742.

—»— & HANSEN, H. N. 1945. The species concept in *Fusarium* with reference to *Discolor* and other sections. Ibid., 32, p. 657—666.

SPRAGUE, R. 1931. *Cercosporella herpotrichoides* FRON, the cause of the Columbia basin footrot of winter wheat. Science, N.S., 74, p. 51—53.

—»— 1932. The influence of moisture on the development of the *Cercosporella* foot rot of winter cereals. Phytopathology, 22, p. 999—1000.

—»— 1934 a. The Relative Importance of *Cercosporella herpotrichoides* and of *Leptosphaeria herpotrichoides* as Parasites of Winter Cereals. Ibid., 24, p. 167—168.

—»— 1934 b. The association of *Cercosporella herpotrichoides* with the *Festuca* consociation. Ibid., 24, p. 669—676.

—»— 1936. Relative susceptibility of certain species of Gramineae to *Cercosporella herpotrichoides*. Jour. agr. Res., 53, p. 659—670.

—»— 1937. Influence of climatological factors in the development of Cercosporella foot rot of winter wheat. U.S. Dept. of Agric., Circ. 451, p. 1—39.

—»— 1939. Cercosporella Foot rot of Winter grains in the Pacific Northwest, p. 1—13. Washington 1939.

—»— 1944. Rootrots of Cereals and Grasses in North Dakota. North Dakota Agr. College, Techn. Bull. 332, p. 1—35.

—»— & FELLOWS, H. 1934. Cercosporella foot rot of winter cereals. U.S. Dept. of Agric., Techn. Bull. 428, p. 1—24.

STEINER, H. 1935. Die Halmbruch- oder Lagerfusskrankheit des Getreides. Ref. Review of applied Mycology, 15, p. 352.

STOREY, I. F. 1947. Observations on take-all and eyespot diseases of wheat in Yorkshire. Ann. appl. Biol., 34, p. 546—550.

SWEN, C. J. 1940. Über Variation und Erblichkeit einiger Weizenkreuzungen in Bezug auf Proteingehalt, Kleberqualität und Auswuchsfestigkeit. Kühn-Archiv, 54, p. 369—401.

THOMSON, C. G. 1878. Hymenoptera Scandinaviae, V. Pteromalus (SVEDERUS), p. 1—307. Lundae 1878.

TJESNOKOV, P. G. 1930. Rschanaja tolstonoshka (*Harmolita eremita* PORTSCH.) v Samarskoi gubernij i obsor drugih vidov tolstonoshek na slakah. Russkoje entomologitjeskoje obosrenie, 24, p. 182—193.

TU, CH. 1929. Physiologic specialization in *Fusarium* spp. causing headblight of small grains. Phytopathology, 19, p. 143—154.

TULLGREN, A. & WAHLGREN, E. 1922. Svenska insekter, p. 1—812. Stockholm 1922.

TÖLG, F. & FAHRINGER, J. 1911. Beitrag zur Dipteren- und Hymenopteren-fauna Bosniens, der Herzegowina und Dalmatiens, II. Mitt. des Naturwiss. Ver. Univ. Wien, 9, p. 23—28.

WAHLIN, B. 1948. Några iakttagelser av stråbassjukdomar hos vete. Växtskyddsnotiser 1948, 4, p. 56—60.

—»— 1950. Parasitangrepp på lantbruksväxter i Östergötland och Norra Kalmar län 1950. Ibid. 1950, 5—6, p. 71—76.

Waldron, L. R. 1936. The effect of leaf rust accompanied by heat upon yield, kernel weight, bushel weight, and protein content of Hard red spring wheat. Jour. agr. Res., 53, p. 399—414.

Walkden, H. H. 1945. Reproductive Capacity of the Hessian Fly. Jour. econ. Ent., 38, p. 56—58.

Walker, F. 1839. Monographia Chalciditum, p. 1—333. London 1839.

Wallace, T. 1950. Trace elements in plant physiology, p. 1—144. Waltham 1950.

Vavilov, N. J. 1950. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants, p. 1—364. Chronica Botanica, 13, 1/6. Waltham 1950.

Weber, H. 1930. Biologie der Hemipteren, p. 1—543. Berlin 1930.

Weigert, J. & Weizel, H. 1934. Über das Auftreten der Fusskrankheiten bei Getreide, vor allem bei Winterweizen, unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Vorfrüchte. Prakt. Blätter für Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, 11, p. 249—261.

—»— & Weizel, H. 1935. Ertrags- und Güteverminderung bei Getreide durch Fusskrankheiten. Ibid., 12, p. 289—303.

Veijola, T. 1949. Hallan aiheuttamat laatutuhot kevätvehnässä. Koet. ja käyt., 12, p. 1—2.

Wichmann, W. 1942. Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Dürreresistenz bei Sommerweizen und Hafer. Kühn-Archiv, 56, p. 125—162.

Wollenweber, H. W. 1913. Studies on the Fusarium problem. Phytopathology, 3, p. 24—50.

—»— 1917. Fusaria autographice delineata. Ann. Mycol., 15, p. 1—56.

—»— 1931. Fusarium-Monographie. Fungi parasitici et saprophytici. Zeitschr. f. Parasitenkunde, 3, p. 269—516.

—»— 1932. Fungi imperfecti, III. Hyphomycetes. P. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, III, 2, p. 577—819.

—»— & Reinking, O. A. 1935. Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung, p. 1—355. Berlin. 1935.

—»— ,Sherbakoff, C. D., Reinking, O. A., Johann, H. & Bailey, A. A. 1925. Fundamentals for taxonomic studies of Fusarium. Jour. agr. Res., 30, p. 833—843.

Ylimäki, A. 1947. Happomarjapensas mustaruosteen levittäjänä maassamme. Koet. ja käyt., 12, p. 5—8.

Zogg, H. 1951. Studien über die Pathogenität von Erregergemischen bei Getreidefusskrankheiten. Phytopath. Zeitschr., 18, p. 1—54.

Referate:

On the shrivelheads of spring wheat and their causes in Finland.

J. E. Hårdh

Agricultural Research Centre, Department of Plant Pathology
Tikkurila, Finland.

I. Introduction.

Coincident with the spread of spring wheat culture in Finland since 1930, information arrived from several parts of the country which revealed that the ears of wheat are checked in growth and that yields are poor. The destructiveness of the disease sometimes seemed to threaten wheat culture. Notes on this disease were collected in 1936—1953, earlier unknown in Finland, by the Agricultural Research Centre, Department of Plant Pathology. According to the observations noted, the disease is most common in the western parts of the country, especially in Pohjanmaa and Satakunta areas, where about 30 % of the ears have been destroyed. In many cases 50 % of the plants were diseased. This drawback was described in detail by Jamalainen (1946), who stated, that ears of the sick plants are poorly developed, thinner, often shorter than normal ears and dark in color. In most of the ears the fungus *Cladosporium herbarum* Pers. was found. The kernels from defective ears are often shrivelled and light in weight.

The disease, called shrivelheads (Finn. *kahutähkäisyys*, Ger. *Taubährigkeit*, Fr. *échaudage*, Ital. *stretta*), refers to the shrinking and premature ripening of ears and kernels, due to a disturbance of metabolism or to shortening of the growing period. Typical of the shrivelheads is the smaller number than normal of kernels in the ears, premature drying of kernels, small volume and low weight of kernels, and starch, gluten and water contents differing from normal kernels. Generally the disease does not become evident as bleaching of ears; this phenomenon, whiteheads, depends upon a cessation of the development of ears in an early stage before blooming, almost at the stage when the ear is still in the leaf sheath. The whiteheads often lack kernels.

II. Shrivelheads on spring wheat.

1. Ears and number of grains.

The cross-section of a normal wheat ear is roughly rectangular because of the spikelets which are set in four longitudinal rows. The cross-section of ears, whose growth

is checked, is roundish or elliptical. The spikelets of normal mature ears point outward, those of shrivelled ears are pressed against the axis (fig. 1). Tables 1 and 2 show the chief differences between shrivelheads and normal ears in samples collected in 1948 and 1949. The average number of spikelets in shrivelled ears was 11.6, the number of grains 12.4, in normal ears 13.7 and 22.7 respectively. The mean loss of yield per ear, in these tests, due to shrivelling was 74 %.

2. Charcters of shrivelled grains.

A. Structure and weight.

The grains tested were classified into three groups according to the degree of shrivelling (figures 3 and 4). The normal grain (group 1) is smooth, and roughly symmetrical with respect to a plane set through the median furrow. On slightly shrivelled grains (group 2) there are cavities below the testa or between the testa and pericarp, these cavities often being filled with fungal hyphae. The furrow of shrivelled grains is widened and deepened; the starch in them is dense and hard like glass. The testa of highly shrivelled grains (group 3) is loosened from the pericarp, forming large cavities. The starch tissue is poorly developed, forming a scorched layer inside the protein tissue. Often the starch tissue is totally lacking, and the grain is then triangular (fig. 4 d).

The samples collected were tested to determine their content of grains of the different groups, and the properties of the grains were surveyed. Tables 3 and 4 show results from tests carried out on threshed samples in 1946 and 1951. The samples tested gave 78 % of normal grains (group 1). This shows that only a small part of the shrivelled grains (groups 2 and 3) is falling to the litter during threshing. Thus the sorting of grains increases the yield quality from wheat showing shrivelheads. In 1948 the weight of shrivelled grains was 35.9 % of the weight of normally developed grains, in 1949 59.7 % respectively.

From shrivelled grains the following fungi were isolated: *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc., *F. graminearum* Schw. *(Gibberella Saubinetii* [Mont.] Sacc.) and *F. nivale* (Fr.) Ces. (*Calonectria graminicola* [Berk. & Brme] Wr.); in addition to this, species of *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Hormodendrum*, *Macrosporium*, *Mucor*, *Penicillium* and *Trichothecium* were isolated.

a. Hectoliter weight.

To determine whether the hectoliter weight of grain from wheat showing shrivelheads is different from that of normal wheat, tests were made from samples collected in 1951 (table 5). No effect of the shrivelheads on the hectoliter weight could be seen.

B. Germination and tillering.

According to tables 3 and 6 the germination of shrivelled grains is 50 to 70 % of the germination of normal grains. The moldiness of shrivelled grains was about twice the moldiness of smooth grains. The correlation between moldiness and germination in all grains was high ($r = -0.878 \pm 0.028$). Table 7 shows results from a test on the effect of dressing on the germination of normal and shrivelled grains. The germination of grains from wheat showing shrivelheads was not improved by seed

dressing (Ceresan, New Improved, active ingredient 5 % ethyl mercury phosphate, 2 g/1 kg.); this may be because the fungi have less effect, in this case, on the germination of shrivelled seed than do the structural deficiencies of these. If the fungi are the cause of the low germination, their effect on the grains probably has occurred before harvesting in the wet conditions of the field.

C. Chemical consistency and baking qualities.

a. P r o t e i n. The total protein content of grains with different degrees of shrivelling (groups 1, 2 and 3) was determined by the KJELDAHL method. Samples collected in 1946 from Ylistaro (table 8), and in 1951 from several farms in the Pohjanmaa area (table 9), were tested. The protein loss per grain (group 2) was 14 %, in group 3 46 %. The relative protein content of threshed yield was lowest (9.42 %) in grains from wheat without shrivelheads, and highest (17.84 %) in that from wheat showing abundant shrivelheads and harvested late.

b. S t a r c h. The starch content was determined by EVERS' polarisation method (NEUMANN 1929). The mean starch content of the grains in group 1 was 7.7 mg., in group 2 3.5 mg. and in group 3 2.6 mg. The starch loss in every grains of group 2 was 55 %, in group 3 66 %. Table 10 shows the results of starch determination on threshed grains from spring wheat grown in Pohjanmaa in 1951. The relative starch content of the yield seems not to depend upon the percentage of shrivelheads, but other factors such as growing conditions and sorting of yield, may affect the starch content of the yield.

c. M a l t o s e. Maltose determinations, the results of which are given in table 11, show that the maltose content and breakdown of starch into sugar in grain grown at Ylistaro was greater in wheat grown on swamp peat soil (with 72.7 % of shrivelheads) than in that grown on clay soil (41.4 % of shrivelheads).

d. B a k i n g q u a l i t i e s. Of the many methods by which the baking qualities of wheat can be tested, the farinograms of samples collected in 1951 were selected. The true baking test was carried out with only one sample. The farinograms (appendix 2) do not reveal the changes in the quality of wheat consisting of shrivelled grains. The farinograms of wheat injured by early frost, according to VEIJOLA (1949), show marked defects in the quality.

The volume of the bread was 475 ml/100 g.; in the middle of the loaf there was a large cavity and the lower part was moist and slimy, indicating a high sugar content and intensive fermentation.

D. Effect of harvesting time on quality of yield from wheat showing shrivelheads.

In the Pohjanmaa and Satakunta areas the growers consider that wheat showing shrivelheads should be harvested before yellow ripeness to ensure a better yield. To investigate this, two experiments on harvesting time were carried out in 1951 at Oravainen (farm 152) and at Ylistaro (farm 159). The first harvesting was done before yellow ripeness, the second at yellow ripeness and the third at full ripeness. On the grain thus obtained quality determinations were made, as shown in tables 10&11. The results indicate that harvesting of wheat with shrivelheads during milk ripeness may be of value; late harvesting resulted in poorer germination, higher moldiness, more intensive sugaring of starch, and probably a lower starch content of the grains.

III. Factors causing shrivelheads.

The development of wheat grain, being essentially a polymerization of starch, amino acids and proteins, can be interrupted by abiotic or biotic factors.

While studying samples of spring wheat collected from several areas of Pohjanmaa in 1949—1953, symptoms of root rots were recognized. Of these the eyespot disease (caused by *Cercosporella herpotrichoides* FRON) was often noted. In addition, white larvae were found in the stems and these were reared to chalcid flies which proved to be a species described in 1950 as *Amblymerus graminum* HÅRDH (1950 a). The main purpose of this study is to present the morphology and biology of these two organisms and to discuss their occurrence in spring wheat fields showing shrivelheads.

1. Material and methods.

In 1949—1953, samples of spring wheat grown in Pohjanmaa and Satakunta areas were collected. In addition to these samples from Experiment Stations and from the local variety tests were collected. Two to three samples, each totalling about 200 plants, were picked at random from each plot. The samples were classified according to the number of shrivelheads; the straws were split and examined by means of a microscope. The crowns and all the joints were examined for symptoms caused by foot rotting fungi. The occurrence of *Amblymerus graminum* larvae and Capsid eggs in each joint were also noted. The insects last named are important factors influencing the life of *A. graminum* in grasses, as later shown. While analyzing the samples, both plants with normal ears and those showing shrivelheads were examined. In this paper the numbers of plants infected by *C. herpotrichoides* and the numbers infested by *A. graminum* are given in percent of plants with shrivelheads, except in tables 26, 28 and 31, where the numbers appear in percent of total number of plants.

The fungi were isolated in the following ways. Pieces of stem were disinfected and placed in a moist chamber; fungi that appeared on the tissue were isolated (method k). The method of taking hypha directly from pits, streaks or spots on the stem is called method p. Hypha taken from the inner stem wall (method s) gave the best results in isolating slow growing fungi, as *C. herpotrichoides*. Altogether 315 isolations were made and the fungi isolated are listed in table 12.

In analyzing the plants the primary foot rot organisms were determined on the source of visible symptoms. The symptomatic reponses of wheat plants to *Cercosporella herpotrichoides*, *Ophiobolus graminis* and *Rhizoctonia solani* are briefly described.

Fungi were cultivated on following media: 1) Czapek's medium (JOHANSEN 1940), 2) 2 % glycerin agar, 3) 5 % oat meal agar, 4) 5 % wheat meal agar, 5) 3 % malt agar, 6) 2 % glucose agar and 7) »Standard Medium» (N) (MITTER 1929). To obtain inoculum, the fungi were cultivated on a medium consisting of swollen barley and wheat grains (2 : 1) sterilized thrice, 1 day between each sterilization, at 1 kg/cm^2. pressure for 20 minutes.

The analysis of variance method was used in testing the significance of the results. In testing significance the table values of F and t, and in determining the correlation ratios (r) formulas according to BONNIER and TEDIN (1940) were used.

2. Cercosporella herpotrichoides FRON and its associated fungi.

Of the fungi isolated, *C. herpotrichoides* proved to be the primary pathogenic organism. Some *Fusarium* species, too, are known to cause foot- and root-rots. Often

the *Fusarium* species occur as secondary parasites or as saprophytes on plants weakened by the primary organisms or by other factors. *Fusarium* species isolated are referred to on page 137.

A. C. herpotrichoides FRON.

From the literature it is evident that *C. herpotrichoides*, first mentioned by FRON (1912) and described by SPRAGUE (1931) and SCHAFFNIT (1933), causes a foot-rot named in French piétin verse, in English eyespot or Columbia basin foot-rot, in German Halmbruchkrankheit or Halmbreche, in Dutch oogvlekkenziekte. The Finnish term tyvilaikku (= foot spot) is proposed by the author.

a. Distribution.

According to the Distribution Map published by the Imperial Mycological Institute (1945), *C. herpotrichoides* has been found in North America, Africa, Australia and Europe on relatively small areas characterized by their position close to the 40th degrees of northern and southern latitude, or on the cooler side of them. In Europe the eyespot disease has been found in an area reaching from the Pyrenees to middle Scandinavia and to the western boundaries of Poland, Ungary and Italy, involving the largest part of the sea climate areas of Southern, Middle and Northern Europe. In addition to the notes in the literature, the author found spring wheat fields in Sweden near Boden, Skellefteå and Umeå towns heavily infected by *C. herpotrichoides* in 1950.

In Finland the fungus is an important foot-rot causing organism on spring wheat. Thus 459 samples of 523 examined showed eyespot, the diseased samples being collected from 104 provinces (table 13, fig. 9). As shown in table 13, one fifth of the samples had 1 to 20 % of plants infected, one fourth 21—50 and 71—100 % each. The mean infection rate in samples taken from most provinces was 30 % or more, in Uusimaa (N) [1]) and Varsinais-Suomi (Ab) lower and in Karelia (Ka, Kb) and Savo (Sa, Sb) provinces very high. In the areas close to the southern beaches, eyespot seems to be of lesser importance as shown by the slight infection in samples and by the few reports of its occurrence. The investigations hitherto do not reveal the significance of eyespot in all parts of the country, but in the western areas with heavy occurrence of shrivelheads, in Pohjanmaa (Oa, Om, Ob) and Satakunta (St) the frequency of eyespot symptoms is shown to be quite high.

b. Morphology and cultural characters.

The measurements of conidia of *C. herpotrichoides* made by SPRAGUE (1931) and SCHAFFNIT (1933) are in accordance with the measurements made by the author. A description of the fungus is presented in Finnish, which corresponds to the descriptions presented by the earlier investigators. The conidia (fig. 12 & 13) of strains isolated and examined (table 15) were 0 to 12 -, mostly 3 - septate, 12.2 to 79.2 × 2.3 to 4.3 μ, and averaged 48.9 × 3.2 μ. Of the isolates tested, the number of conidia with corresponding number of septa was about equal. Of conidia with 0 to 7 septa the majority, or 31.0 %, had 3 septa (table 14).

---

[1]) On the symbols of provinces, see fig. 9.

Oort (1936) discovered physiologic races of the fungus. The pathogenicity of each of these vary from that of the others; the cultural characters of the races differed slightly being constant in subcultures. Marked differences in the morphology and pathogenicity between isolates were noted in cultures studied by the author of this paper. Monoconidial strains from 71 isolates were studied in regard to size of conidia, cultural characters, growth rapidity and pathogenic properties. The fungous cultures were grown on malt agar and oat meal agar at room temperature in semi-light. Eighteen and 23 days after the artificial media were inoculated the diameters of colonies were measured; the color, density, smoothness of mycelium and the color of the mycelium and of the medium on the lower surface of agar plate were determined. On the basis of mycelial characteristics revealed on malt agar the isolates are classified as follows:

Type I. The color of the colony at the point of inoculation is smoke grey, loose eminent, other parts of mycelium appressed on the substrate, grey, yellowish or light brown; the mycelium forming radial sinewy bundles of hypha, similar in color (fig. 14 a). The color of medium is unchanged; the middle of lower mycelium is black, grey or yellowish. This type is characterized by more rapid growth than the others.

Type II. The colony at the point of inoculation is slight eminent, of the same color as remaining mycelium. Aerial mycelium smoke to dirty grey, compact, the border white to light grey, entire or rough (fig.14 b). Substrate yellow or greenish; the middle of the lower mycelium dark sepia, dark olive or black, remaining parts grey with short radial streaks, yellow or of the same color as the middle.

Type III. The colony at the point of inoculation not eminent, of the same color as the remaining mycelium. Aerial mycelium light to smoke grey, loose downy, transparent, its margin entire, sometimes lighter, mostly of the same color as the other parts (fig. 14 c). Substrate often strongly yellow or brown; small black spot at the middle of colony, else grey or yellowish.

Table 15 shows the origins of the isolates tested, diameters of colonies in 18 and 23 days, the colony type according to the mycelial characters and the length of conidia measured. The host plant, if not otherwise mentioned, is *Triticum aestivum* L. Sectors appeared on cultures of the isolates 96 (fig. 15 a) and 294 (fig. 15 b); subcultures from sectors reverted to the original types of the respective isolates.

The mean growth rates of the types I, II and III are shown in table 16. The difference between growth rates of I and III type is evident.

The growth rapidity of *C. herpotrichoides* isolates 190 and 287 is compared with that of some *Fusarium* species (table 17). According to the results the last named fungi grew about four times faster than the *C. herpotrichoides* isolates. The *Fusarium* species *F. scirpi* and its variety v. *filiferum* were slower in growth than *F. avenaceum*, *F. culmorum* and *F. equiseti*, being those weaker than these in their pathogenicity, as later shown.

c. Biology.

The optimum temperature *in vivo* for the growth of *C. herpotrichoides* is 5—9° C. A comparison with some other foot- and root-rot fungi of cereals (*Fusarium*, *Ophiobolus*, *Rhizoctonia*) shows that none of these parasites has an optimum temperature as low as *C. herpotrichoides* (Oort 1936). In addition to temperature, the relative humidity of the soil and of the air close to the soil surface are major factors that influence eyespot infection (Sprague 1937). The importance of eyespot on spring-sown cereals often is small. This is probably due to a rapid drying of the soil in the spring; however, in Western and somewhere in Middle Finland, the disease can be injurious

to spring wheat on clay, sandy and peat soils, as these remain moist and cool at least until heading of spring wheat.

d. Pathogenicity tests.

The pathogenicity of each of several *C. herpotrichoides* isolates was tested by inoculating wheat tillers (variety Kiuru) grown in greenhouse in board boxes, in 1951 and 1953. Suspensions of conidia were applied to the soil as the plants were tillering. Immediately afterward the boxes were removed and the plants transplanted outdoors. The mean, minimum and maximum temperatures in the air above and at soil level, during the incubation period, are shown in figs. 16 and 17. In the autumn, plants were harvested and the destructiveness of eyespot was determined using the following scale: 0 = foot normal, 1 = small spot or streak on the foot, 2 = brown, dark bordered spot on the foot, 3 = many brown spots on the foot, 4 = foot mostly or entirely brown, 5 = foot rotted and the plant died in an early stage.

By reason of classification thus determined the infection rate was counted from the formula

$$\frac{20 \times (5 \times N_5 + 4 \times N_4 + 3 \times N_3 + 2 \times N_2 + N_1)}{N},$$

N giving total number of straws, N_1, N_2, N_3, N_4 and N_5 the numbers of straws showing infection rate 1, 2, 3, 4 and 5, respectively. In autumn 1951 a pathogenicity test was performed with 10 isolates of *C. herpotrichoides*. The wheat plants were grown in 7″ pots in the greenhouse under artificial light (daily dosage was 8—21 o'clock by four Philips fluorescent tubes). Results from the pathogenicity tests are given in tables 15, 18 and 19. Heavy eyespot infection developed in the inoculated plants. The amount of shrivelheads was closely depending upon the eyespot infection (fig. 18, table 18).

If the isolates causing infection of 0—30 %, 30—60 % and 60—100 % are classed respectively, as weak, moderate and strong pathogens, isolates 12 and Oort C (Oort 1936) were weak, isolates 202, 207 and 287 moderate and isolates 88 and 160 were strong. It is thought that a population of *C. herpotrichoides* isolates occurs in the soil, one isolate causing the infection. In each case that isolate might be pathogenic, whose infection potential in that environment is great enough to overcome the mechanical and physiological defenses of the plant. Later, other fungi, e.g. *Fusarium* species may invade the foot of the weakened plant and alter the eyespot symptoms.

B. Symptoms caused by C. herpotrichoides.

Symptoms are divided into primary and secondary ones. Primary symptoms consist of pathological changes in the plant tissue due to the immediate contact with or to chemical influence of the fungus upon it. Secondary symptoms include alterations in plant metabolism, in development and growth of the plants and their organs caused by weakening of the supporting tissues, by clogging of the vessels or by disturbance in the activities of roots; included here are the injuries due to the secondary fungi (cf. Gäumann 1946).

a. Primary symptoms.

The symptoms on spring sown wheat may be seen before the plants head, as small elliptical, reddish or dark bordered lesions on the outer leaf sheaths (fig. 7 and 8);

the fungus penetrates these in a radial way from the leaf sheaths to the stem (SCHAFFNIT 1933, OORT 1936). At the time of internodal elongation the fungus attacks the first, and sometimes the second joint (SPRAGUE & FELLOWS 1934).

The tissues at the level of the lesions are weak and often result in lodging of winter cereals. Spring cereals, on the contrary, do not lodge under natural conditions.

b. Secondary symptoms.

Tillers of winter cereals sometimes die because of eyespot infection, especially those injured by frost or other unfavorable factors (SRAGUE & FELLOWS 1934, etc.). On spring sown cereals dying of tillers depending upon the disease generally does not occur. As a consequence of eyespot the ears and grains of winter and spring cereals shrink and ripen prematurely (SPRAGUE & FELLOWS l. c., OORT 1936, GLYNNE 1946 a, .b, BOCKMANN 1950).

The reaction of spring wheat to eyespot appears in Finland at the beginning or middle of July, coincident with heading. The infected plants turn from normal green to dark green or violet. The violet color probably depends upon development of anthocyanin in tissues with poor metabolism. This color is to be seen mostly in the tips and margins of leaves and on glumes. At the time of heading, brown streaks, at first short and later longer, appear on the straws. These consist of dead cells filled with bacteria and hyphae of *Cladosporium herbarum* (fig. 19) that penetrate the weakened tissues through stomata and wounds. During summer the streaks elongate and the drying straw is split along these. Because of reduced sap flow in the plant, the tissues of the top node, being youngest, turn brown and die. The top node and the weakened stem above are invaded by many secondary fungi which rot the straw, especially near the upper extremity of the leaf sheath. Fungi which thus destroy the stem below the ear and infect spikelets and grains belong almost exclusively to the genera *Cladosporium* and *Fusarium*. During rainy periods the defective ears turn dark, sometimes black because of the secondary fungi.

C. The host plants of C. herpotrichoides.

Winter wheat is the most important host of *C. herpotrichoides* in countries where this fungus has been earlier noted, due to the favorable conditions during cold and wet winter. Spring cereals often avoid the eyespot infection; however, in cold and wet climates spring sown cereals are as heavily infected as winter cereals (FOEX 1935, BOCKMANN 1936, 1938, 1939, 1949, 1950, OORT 1936, SPRAGUE 1936, 1939, GLYNNE 1939, 1944). Susceptible wild grasses have been reported in the genera *Aegilops*, *Agrostis*, *Alopecurus*, *Apera*, *Arrhenaterum*, *Bromus*, *Dactylis*, *Dechampsia*, *Festuca*, *Lolium*, *Phalaris*, *Phleum* and *Poa* (SPRAGUE 1934 b, 1936, OORT 1936).

In Finland eyespot has been noted on following species: *Agropyrum repens* (L.) PB., *Alopecurus pratensis* L., *Festuca pratensis* HUDS., *Festuca rubra* L., *Hordeum sativum* JESS., *Poa annua* L., *Poa pratensis* HUDS., *Secale cereale* L., *Triticum aestivum* L.

The eyespot disease is important on spring wheat, barley and quack grass, it occurs seldom on rye; oats in field examined have been free from eyespot.

D. Fusarium species.

The most important species of *Fusarium* occurring on the cereals along with *C. herpotrichoides* FRON are *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. nivale* and *F. scirpi*. Sometimes these *Fusarium* species have been considered as se-

condary pathogens on cereals. In Europe *F. avenaceum*, *F. culmorum* and *F. graminearum* are able to produce primary browning of the inner and outer stem wall, and breaking of the haulm (Lindfors 1920, Baltzer 1930, Wollenweber & Reinking 1935, Bennett 1939, Ciferri 1944, Moore 1949). In Finland following Fusaria from plants showing shrivelheads were isolated by Jamalainen (1943 a, b, 1944): *F. arthrosporioides*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. poae*, *F. scirpi* v. *acuminatum*.

Table 12 shows the *Fusarium* species isolated by the author from browned wheat haulms or those showing symptoms of eyespot. Most of the isolates were either *F. avenaceum* or *F. culmorum*, and they comprised respectively 55.1 % and 36.2 % of all Fusaria isolated. In addition, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. scirpi* and *F. scirpi* v. *filiferum* were recovered and identified. The three last named have not earlier been isolated in Finland; for this reason these species with the one variety are described in Finnish.

The Fusaria recovered in this investigation were identified according to the system of Wollenweber etc. (1925) and of Wollenweber & Reinking (1935). It may be mentioned, that all the *Fusarium* species isolated from grasses by the author, according to the classification by Snyder and Hansen (1945), belong to the species *F. roseum* Link forma *cerealis* (Cke) Snyder & Hansen.

a. Pathogenicity tests.

Besides the infection tests with *C. herpotrichoides* the pathogenicity of some *Fusarium* species on wheat was investigated. The experimental methods were similar to those used in the tests described above. The results (table 20) indicate that *F. culmorum* (monoconidial isolates 205, 226 and 251), *F. avenaceum* (isolate 220) and *F. equiseti* (isolate 211) are able to infect wheat plants and produce symptoms of foot rot. *F. scirpi* and *F. scirpi* v. *filiferum* were weak parasites. Inoculations with a mixture of *Cercosporella herpotrichoides*, isolate 96, and a weak isolate of *Fusarium* gave an indifferent (cf. Zogg 1951) result. Wheat plants inoculated with a mixture of *C. herpotrichoides* and the middle strong *F. avenaceum* proved to be more heavily infected than did those inoculated separately with the one or the other.

3. Amblymerus graminum HÅRDH.

A. Distribution.

Wheat samples collected from several parts of the country in 1949—1952 are classified in table 21, according to their infestation by *A. graminum*. The mean percentage infestation was greatest in the South Pohjanmaa area (20.6%), where the importance of the insect is greatest. The most heavily infested wheat fields were in the neighbourhood of Vaasa city, the frequency decreasing farther away from this area. In the middle of the country the species only seems to occur sporadically (fig. 23).

After it became clear that *A. graminum* occurs most abundantly in the western parts of Finland, especially in the neighbourhood of Vaasa, an investigation was made on the opposite side of the Gulf of Bothnia, in Swedish Norrland. On August 15—20, 1950, spring wheat fields in the vicinity of Umeå, Skellefteå, Boden and Luleå cities were surveyed. In the area of Umeå, culture of spring wheat is negligible obviously because of stem-destroying organisms, e.g. *C. herpotrichoides* and *A. graminum*. The wheat fields surveyed showed 50—85 % of diseased plants. Besides eyespot, a heavy infestation by *A. graminum* was seen. In some localities 98 to 100 % of the quackgrass plants were infested by this insect. Farther from

Umeå the frequency of *A. graminum* decreased. In the neighbourhood of Skellefteå and Boden towns the significance of this insect was slight. In a southerly direction, near Bollnäs, only one wheat field of those surveyed contained plants infested by *A. graminum*.

B. Morphology and metamorphosis.

Amblymerus graminum slightly resembles *A. mayetiolae*, which is known as an endoparasite of the hessian fly (GAHAN 1933). Differences between the two are seen in the morphology of clypeus, the club, hairs and color of the antennae, in the mandibles and in the color of the abdomen (HÅRDH 1950 a).

Of the organs of the adult only the ovipositor was examined, the occurrence of the species depending partly upon the length and structure of this organ (fig. 25). The length of the sting according to measurements made on 5 females is 0.72—1.24 mm., average 0.92 mm. The bulb of the sting was in one case 66 × 27 μ, the widenings on the sting 45 μ in diameter. The mean thickness of the sting is 25.0 μ and its inner width 12.4 μ.

a. The egg. Eggs of five newly killed females were prepared and examined. The number of eggs was 20—123, average 55 in a female. The eggs were round or oval, 24.6—91.0 × 18.2—50.2 μ, average 45.2 × 31.4 μ, with a thin, smooth chorion, without the appendages which are typical of many other chalcid species. After the egg has been pushed down into the plant it is elongated, average 180 × 28 μ, the plasma often being separated from the ends of the chorion (fig. 25 d). The eggs hatch in about 2 to 5 days.

b. The larva. The first instar larva is 0.3 mm. in length, narrowed towards both ends. The larva is 13-jointed, with the head pointing downwards. The head bears a pair of tentacles, which can best be seen in dorsal view (fig. 26). In favorable conditions the larva grows rapidly. In Petri dishes the larvae taking food from *Miris* sp. eggs grow 0.2—0.5 mm. daily at 18° C, and more at the end of the growing period.

The full-grown larva (fig. 27) is 0.9—1.8 mm. in length, 0.3—0.7 mm. in width, cylindrical, and often curved. The head is conical, and below it is the circular mouth, its labium and labrum forming a sucking organ used as a pump. With small, hook-shaped mandibles the larva makes a hole in the scale of the host or in the plant tissues, and sucks the juices flowing out. After reaching its full size and ceasing to take nutriment the larva reaches a pre-pupal resting stage. In this stage the species over-winters in the haulm or stubble of infested plants.

c. The pupa. The pupa (fig. 28) is about 1.2—1.8 mm. in legth and pale yellow at first, gradually turning darker until a greenish or bluish glaze is clearly to be seen. The adult gnaws a small circular hole in the stem wall (fig. 29), crawls out, and flies away in search of growing wheat. Often, however, the adult is unable to gnaw the hole, and dies in the stem.

d. Seasonal history. Having overwintered, the larvae begin to pupate in the middle of May. In the laboratory, however, some larvae, collected in autumn, pupated in January, the first ones on January 18. In natural conditions at Tikkurila (latitude 60° 10′) the pupation process began in 1950 and 1951 on May 5, its frequency was highest on May 16 to 20 and some pupating larvae were still found on June 8. The duration of the pupal stage at Tikkurila was 13 to 23 days. At Ylistaro (approx. 63°) the first pupae were seen on May 20, and the frequency was highest on June 13, pupation going on until the beginning of July. At Ruukki (64° 40′) in the same years the pupation coincided with that at Ylistaro.

The adults have a tendency to move only in dry weather but in cloudy and especially in rainy weather they stay below the leaves or on the soil. Egg-laying is de-

pendent upon the weather conditions and upon the presence of eggs of *Miris* spp. in the stems. These Capsid bugs, laying their eggs during June, are the principal hosts of the *A. graminum* larva. The oviposition period of *A. graminum* begins about 5 to 7 days after emergence and lasts for a relatively long time. Eggs are laid for a month until the beginning of July. On July 13, eggs of *A. graminum* were still seen, some larvae at the same time being full-grown.

The resting stage varies in length. The larva may reach its full length in 6 days, pupation only occurring after a prepupal stage. Some of the larvae from eggs deposited in the beginning of the egg-laying period pupate in August of the same summer, adults emerging from them in the end of August. The first adults of the fall generation were seen in 1950 at Ruukki on August 20, in 1951 near Oulu town (approx 65°) on August 14, at Ruukki on August 17, at Rovaniemi Apukka (approx 67°) on August 22. The females of this generation lay their eggs, which develop to the prepupal stage in which form they pass the winter. The bulk of the larvae, however, do not pupate in the same summer, but in the following spring. Thus the species has partially two generations yearly, the autumn generation being estimated only at 10 % of the total larvae hatching in spring.

C. Ecology of A. graminum.

a. Overwintering.

Some of the chalcids (e. g. *Harmolita* species) overwinter in the straw of grasses as larvae or as pupae. During winters with heavy rainfall or repeated hard frost, many of the insects die (Friederichs 1930, Phillips & Poos 1940).

In the Pohjanmaa area with flat and level fields, where *A. graminum* occurs abundantly, the thaw waters often lie covering the stubble fields for a long time. In order to study whether this circumstance is injurious to the overwintering larvae, wheat stubble covered by water was studied on 11. 5. 1951 at Ylistaro. In stubble filled with water, then living larvae were found. These pupated normally in the laboratory. After a fortnight living larvae and pupae were found abundantly in the same stubble field. In the laboratory larvae were sunk and kept in tap water in 0 to 4° C for 5, 10, 15, 20 and 25 days. In spite of the anaerobic conditions, all the larvae remain vigorous during treatment, and their colour and turgor were normal.

Their frost hardiness was tested at Tikkurila on larvae collected from Ylistaro and Ruukki in 1950. Table 22 shows the treatments; fig. 30 gives the various combinations of treatments and temperatures included in the tests. The relative humidity of the air during the tests was from 60 to 100 %, mostly 100 %. After treatments the larvae were kept in a dark box with temperature varying from 3 to 10° C. The larvae were counted every fortnight and dead ones removed. Results on the mortality of the larvae are seen in table 22. Some larvae from treatments A, B and F were pupating, those of other treatments had obviously already died during frost treatments. According to these results a repeated and severe frost lasting one week kills the larvae. In natural conditions the effect of forst is moderated by the snow cover during winter; sometimes, however, winter in the Pohjanmaa area is snowless or with little snow.

b. Flight and oviposition.

The flight behavior of *A. graminum* could not be investigated by catching with a hoop-net because the fly chiefly stays on the plants and does not fly long distances.

Watching the movements of the fly it was seen most abundantly on days with a mean temperature above 15° C. The female in ovipositing goes up and down searching the plant stem, and stops at the point where a group of *Miris* sp. eggs is present pushing her sting through the stem wall. The thickness of the wheat stem was measured (table 23) and it was ascertained that the sting, 0.72—1.24 mm. in length, easily reaches the cavity of the wheat stem.

c. Feeding.

A. graminum larvae live in wheat plants with *Miris* sp. eggs. Living in the same joint with *Miris* eggs the larva kills these, sucking and rasping them with its mouth parts. All *Miris* eggs in a joint are killed by the larva. Table 24 shows the number of samples in which 0, 1—30, 31—60, 61—99 and 100 % of larvae have fed on *Miris* eggs. The mean percentage of larvae fed with animal food in 181 samples investigated was 89.6 %. Thus the bulk of the larvae develop on animal food. The young *A. graminum* larva kills other eggs and larvae of this species, too, showing a cannibalistic nature; *A. graminum* is an egg predator. Often eggs of this species were laid in joints without *Miris* eggs. However, the *Amblymerus* larva develops normally, sucking plant sap from the weak tissues on the inner stem wall. The facultative phytophagy was established in tests with 11 first instar larvae put in wheat stems without any animal food. In the fall 9 of these were living and full grown.

d. Effect of light and moisture on the development of *A. graminum*.

The larva of *A. graminum* is sensitive to light. In darkness the larva is immobile, in electric light it crawls powerfully and seeks shadow. In day light the larvae die in some days; in Petri dishes in a dark room they live 6 to 9 months. Direct sunlight rapidly kills them. Ultraviolet light, too, killed the larvae in tests on its effect, given thrice with a *Luma Itus 75* -lamp for one hour daily. In natural conditions the effect of light is moderated by a dense plant growth and by the stem tissues.

The growing larva and the egg are sensitive to drought. In Petri dishes the larva develops normally only if the air is saturated. In saturation deficiency the feeding and development of the young larva stops. In the room air (relative humidity about 70 %) the larva dried in 8 to 10 minutes. In natural conditions the growing larva apparently has optimal conditions in the plant stem. The full-grown overwintering larva, on the contrary, sometimes undergoes extremely wet, sometimes dry conditions in the stubble or haulm. In culture the full-grown larva lived and pupated best if the air was like the room air.

D. *Natural enemies.*

In addition to *A. graminum*, adults of *Panstenon assimilis* Nees were sometimes reared from larvae collected from wheat stems. This species is known in Sweden (Tullgren & Wahlgren 1922). In Austria, Tölg & Fahringer (1911) have reared it from a *Malacosoma* pupa. According to Ferrière, however, the identification of the chalcid in Austria was not correct. In England, *P. assimilis* has been reared from wheat stubble. In Finland this species has been reported earlier as a parasite of *Mayetiola destructor* Say (Hårdh 1950 b).

P. assimilis (fig. 32) occurs in Finland in some localities of the Pohjanmaa area, and lives in stems of wheat and other species of *Gramineae*. It kills and sucks eggs and

larvae of *A. graminum*, eggs of *Miris* bugs (fig. 33), and apparently the larvae of *Harmolita hyalipenne* WALK., in the stems of the couch-grass.

The larvae of *A. graminum* and *P. assimilis* are very similar and can not easily be distinguished. The pupae of these species show certain differences in their shape and colour. The pupa of *A. graminum* is shorter and thicker than that of *P. assimilis*, the latter having brown colour on the lateral and ventral sides of abdomen, the *A. graminum* pupa lacking such colour. In joints where *P. assimilis* pupae were found or from which adults of this species were reared, the inner stem wall was always white or with small brownish spots, the stem wall in joints containing *A. graminum*, however, being totally dark brown (cf. following section).

The emergence and oviposition of *P. assimilis* occurs in natural conditions about two days before those of *A. graminum*.

Natural enemies of *A. graminum* larvae, living in the stubble or haulm, include the fungi *Cladosporium herbarum* and *Fusarium* spp. and some mites of the group *Tarsonemidae*.

E. Injuries to the plant caused by A. graminum.

In investigating wheat samples in 1949—1953 it was observed that the inner stem wall at all points infested by *A. graminum* larvae was dark or grayish brown. Larvae collected from brown joints, always developed into adults of *A. graminum*.

In summer 1950 and 1951 wheat plants having *A. graminum* eggs or larvae were examined in Ylistaro. The stem wall at the point where an egg was deposited always seemed to be normal; thus the sting of an *A. graminum* female does not cause any visible injury to the tissues of the stem, as with some jointworm flies (e.g. *Harmolita tritici* FITCH) (PHILLIPS & DICKE 1935).

Young larvae seemed not to cause any injury; the older the larva in the stem, however, the browner was the wall in that joint (fig. 34). Later in summer, in August and September, the brown color could be seen through the stem wall, by examining the plant from outside. Cross-sections of the stem showed that the parenchymatous tissues within the hypoderm are destroyed. The cells are compact, often crushed, with brown cell walls. The large vessels of the stems are brown, most of the xylem being destroyed (fig. 35) and filled with a brown mass.

The stem walls are brown both in joints where *A. graminum* larvae have had sufficient *Miris* eggs, and in joints without *Miris* eggs. Further the even brown color of the wall indicates that the cells of the plant stem are destroyed not only by the sucking action of the larva but also by some toxic substances secreted perhaps by the epitelium of the larva.

The injury to the vessels hampers the flow of sap in the plant and checks the growth and development of the ears and grains.

F. Plants inhabited by A. graminum.

In 1950, 1951 and 1952 *Gramineae* plants growing close to each other at Ylistaro were surveyed. The quackgrass, *Agropyrum repens* (L.) PB. was then the most heavily infested plant, the mean infestation being 68 %. In some plants many larvae were found in different joints. This plant seems to be the most important host of *A. graminum*, being well fitted for this on account of its profuse growth and late sprouting. Females of the fall generation lay their eggs chiefly in the quackgrass. In stems of *Alopecurus geniculatus* L., *A. pratensis* L. and *Glyceria fluitans* (L.) RBR. and *Triticum aestivum* L. *A. graminum* larvae were found. On *Festuca rubra* L., *Phleum pratense* L.

and *Poa pratensis* L., on the contrary, larvae were not seen. In July the stems of these plants are hard and thick walled, in consequence of which the egg-laying of *A. graminum* in these plants seems to be difficult.

4. Shrivelheads on spring wheat due to *C. herpotrichoides* and *A. graminum* in Finland.

Shrivelheads, according to reports received up to now, are most serious in the western areas of Finland. In samples from Satakunta (St) 23.5 % of plants showed shrivelheads. Sometimes (farms no. 15 and 23, appendix 1) more than 60 % of plants were injured. On samples with shrivelheads, symptoms of *C. herpotrichoides* and larvae of *A. graminum* were seen in 60 % and 10 % of plants, respectively.

In Pohjanmaa (Oa, Om and Ob) the shrivelheads phenomenon is serious chiefly in a district 120 km. broad, limited by the Gulf of Bothnia to the west, by the provinces of Isojoki, Karvia and Parkano to the south, and reaching northward to the northern limit of the wheat-growing area (fig. 9 and 23). The mean losses due to shrivelheads in 1950—1953 have been estimated by the instructors at 20 %. In samples inspected in the same years the mean percentage of plants with shrivelheads was 44.1, thus the mean losses must be about 30 %. The most severe losses were in the coastal area nearest Vaasa town and in Central Pohjanmaa, where in many cases 80 % or more of all plants had shrivelheads (farms nos. 47, 49, 71, 87, 105, 106, 141, 146, 148, 151, 152, 182, 207, 210 and 217). In these samples the plants showed heavy infestation by *C. herpotrichoides* and *A. graminum*. Severe outbreaks of shrivelheads in the Pohjanmaa area are chiefly due to these organisms, except in years with additional factors, such as early frost or severe rust epidemics. Of plants with shrivelheads, in 1949—1952, 42.5 % showed symptoms of eyespot and 12.9 % had larvae of *A. graminum*. Moreover physiogenic shrivelheads often occurred together with that caused by the organisms mentioned. On the coasts of South Pohjanmaa, *A. graminum* may be a more important destroyer of spring wheat than is *C. herpotrichoides;* in other areas the latter is more important.

In other parts of Finland, shrivelheads is also caused by *C. herpotrichoides* and *A. graminum*, but the losses are less than in the western areas. In North Savo and North Karelia, especially, the losses seem to be serious, being caused only by eyespot.

IV. On the control of shrivelheads.

The control of shrivelheads caused by *Cercosporella herpotrichoides* and *Amblymerus graminum* on spring wheat is briefly discussed, with reference to data from the literature and experiments carried out by the author.

1. Chemical control.

In the control of *C. herpotrichoides*, according to the literature, chemical methods have not as yet given satisfactory results. Interesting data are available concerning the use of ortho-oxyquinolinesulphate (Fron 1934, 1935, Foex 1936) and sulphuric acid (Guyot 1932, Foex & Rosella 1933 a, b, Glynne 1944, 1951, 1953, Salt 1953).

The use of insecticides against straw-destroying pests has not been of economic value (Comte 1914, Larrimer 1935).

2. Fertilization.

Several investigations on the effect of nitrogenous fertilizers on eyespot show that spring applications of these have an inhibiting effect on the eyespot infection of winter wheat (GLYNNE 1944, BJÖRLING 1948). The use of manure has been shown to increase the disease (BOCKMANN 1934, 1936, 1940, GLYNNE 1946, WAHLIN 1948). Manure containing haulm from jointworm-infested crops should be plowed down deeply before sowing, because the overwintering larvae or pupae of these pests are not killed even in rotting manure (PHILLIPS 1920, PHILLIPS & POOS 1937, 1940, CHAMBERLIN 1941).

In 1946, tests were made on the effect of phosphorus, potassium, nitrogen, lime, copper and magnesium fertilizers on the amount of shrivelheads (table 25). No appreciable effect of these fertilizers could be seen. Nor did aluminium (as compound $Al_2[SO_4]_3$), boron (as $Na_2B_4O_7$), manganese (as $MnSO_4$), silicon (as Na_2SiO_3) or iron (as $FeSO_4$) show any marked effect on the amount of shrivelheads. In 1950 and 1951, experiments with nitrogenous fertilizers and manure were performed at Ruukki and in 1953 at Ylistaro (table 26). The results indicate that neither saltpeter (300 and 600 kg/ha) nor lime (10 000 kg/ha) had any striking effect upon infestation by *C. herpotrichoides* and *A. graminum*. Manure too, in this case well rotted, did not show any effect upon the infestation.

3. Varietal resistance.

In field experiments carried out in the U.S.A., France and Holland, no winter wheat variety was resistant to *C. herpotrichoides* (SPRAGUE & FELLOWS 1934, OORT 1936, DETROUX 1946). The practical importance in the control of eyespot of growing special varieties seems to be little (WEIGERT & WEITZEL 1934, GLYNNE 1944). Varietal resistance to jointworn flies in the U.S.A. has sometimes been observed (PAINTER & BRYSON 1938, PAINTER et al. 1940), but not in all cases (CHAMBERLIN 1941).

In 1948 to 1951, variety tests on the resistance of spring wheat to shrivelheads and to its causes were carried out at the Experiment Stations of South Pohjanmaa (Ylistaro) and North Pohjanmaa (Ruukki). Results of tests on the eyespot infection in those Experiment Stations are given in table 27. The mean severity ratings of the varieties tested are given in table 29. The results show that the amount of shrivelheads vary from year to year. It seems that the Timantti I (Diamond I) variety is somewhat more resistant to eyespot than other varieties, common in Finland (Kärni, Tammi, Timantti II). Varietal resistance, however, is not of significance in avoiding shrivelheads on spring wheat.

4. Sowing time.

On winter cereals the primary eyespot infection can be decreased by sowing late, this depending upon the wet and cool conditions during autumn (OORT 1936, DETROUX 1946, GLYNNE & MOORE 1949 et al.). In controlling the wheat stem-inhabiting chalcid flies the sowing time is sometimes of importance (DOANE 1916, PARKS 1921, PAINTER & BRYSON 1934, CHAMBERLIN 1941).

Experiments on the infestation of wheat by *C. herpotrichoides* and *A. graminum* were performed in 1951 and 1953 at Ylistaro (variety Tammi) and in 1951 at Ruukki (variety Apu) (table 30). In the late sown spring wheat, less foot-destroying organisms occurred than in wheat sown at the usual time. At Ylistaro the amount of shrivelheads, too, was smaller in plots with late sowing. However, the late sowing results in many drawbacks affecting the fertility and ripening of the wheat, so that sowing in June as a control measure cannot be recommended.

5. Crop density and sowing depth.

Eyespot infection of winter cereals depends upon the crop density; owing to the moister conditions and weaker plants in a dense crop the infection is heavier (Sprague & Fellows 1934, Sprague 1937, 1939, Bockmann 1938, 1939, 1950, Glynne & Moore 1949). The effect of depth of sowing on the infection has been surveyed for instance in Holland, where plants sown at a shallow depth seemed to suffer less from the disease (Oort 1936).

Tests on the effect of crop density and depth of sowing in Finland, were made at Ruukki in 1949 and 1950 (variety Apu). Results (table 31) do not show any significant differences in the infestation of plants sown at several depths and rates.

6. Crop rotation.

In many countries crop rotation is recommended for controlling the damage due to *C. herpotrichoides*. Successive cultivation of wheat and barley is to be avoided; the best crops to precede wheat and barley are potatoes, root crops, oat, oil crops, grass and pod plants (Schaffnit 1932, Bockmann 1934, 1935 a, 1936, 1938, 1939, Hoffmann 1934, Sprague & Fellows 1934, Runge 1938, Glynne 1944, 1946 b etc.). To control chalcid flies living in the wheat stems, crop rotation is sometimes useful (Davis 1918, Felt 1923, McKinney & Larrimer 1923, Phillips & Poos 1940). The distance of the wheat field from previous stubble or straw is of importance, too (Larrimer & Ford 1919, Phillips 1920, Tjesnokov 1930, Phillips & Poos 1937, 1940, Chamberlin 1941).

In 1951—1953, the effect of the previous crop on the incidence of organisms causing shrivelheads was surveyed in different parts of the Pohjanmaa area (table 32). The chief reason for the prevalence of shrivelheads in the Pohjanmaa and Satakunta areas, in addition to weather and soil conditions, seems to be the successive cultivation of *Gramineae* crops or the lack of any crop rotation. The amount of shrivelheads was less in wheat when it followed potatoes and root crops (farms 137, 142, 144). After grass the infestation may be slight, but pasture as previous crop seemed to have a harmful effect (farms 139, 141, 146, 155, 157, 158, 167). Abundance of quack-grass is injurious, too (farms 145, 146, 159, 165).

At Ylistaro samples of spring wheat (variety Tammi) were studied to determine their *A. graminum* infestation. Samples of about 250 plants were collected at distances of 45, 105 and 150 meters from a straw heap of the previous year. The infestations were respectively 61.7, 33.8 and 20.0 %.

7. Other methods of cultivation.

By destroying wheat stubble by burning or deep plowing and controlling perennial weeds the injurious effects of eyespot can be moderated according to Bockmann (1934) and Glynne (1936, 1946 a). Damage due to chalcid pests, too, are diminished by burning or by deeply plowing of stubble (Davis 1918, Phillips 1920, Phillips & Poos 1937, 1940, Chamberlin 1941).

This Publication is to be had abroad from the Library of the Agricultural Research Centre, Tikkurila, Finland.

Liitteet — *Appendices.*

Liite 1. Vuosina 1950—1953 tutkitut kahutähkäisyysnäytteet.

Appendix 1. Samples tested in 1950—1953, showing shrivelheads.

Tila n:o *Farm no.*	Paikkakunta *Locality*	Viljelijä *Grower*	Lajike *Variety*	Kasveja kpl. *No. of plants*	Kahutähkiä *Shrivelheads* kpl.	%	Tyvivioitusta %:ssa kahutähkäisistä kasveista *Symptoms as % of plants showing shrivelheads* *Cerc. herp.*	*Ambl. gram.*
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	V. 1950.							
	Uusimaa (N)							
1	Järvenpää	K. Peuramo	Timantti I	798	155	19.4	15.0	0
2	Pyhtää	Teikari	»	431	85	19.7	24.5	0
3	Seutula	K. Huittinen	Kiuru	138	47	34.1	2.3	0
		»	Kärni	125	38	30.4	8.3	0
		»	Timantti I	182	52	28.6	2.3	0
		»	» II	121	33	27.3	10.0	0
		»	Touko	144	58	40.3	3.6	0
			Keskimäärin — *Average*			**28.5**	**9.4**	**0**
	Varsinais-Suomi (Ab)							
4	Kevola	L. Heimo	Kärni	171	37	21.6	0	0
5	Kiikala	K. Salko	Timantti II	128	11	8.6	20.0	0
6	Mynämäki	P. Suomi	Touko	255	32	12.5	0	0
7	Paimio	M. Tätilä	»	71	16	22.5	7.1	0
8	Pertteli	V. Vesterinen	Timantti I	212	7	3.3	57.1	0
9	Pöytyä	Huhtala	»	110	35	31.8	5.0	0
10	»	Mattila	»	—	30	—	26.7	0
		»	Kärni	—	30	—	6.7	0
		»	Timantti II	—	30	—	20.0	0
11	»	Piltti	Brons	—	30	—	0	0
		»	Kiuru	—	30	—	0	0
		»	Kärni	—	30	—	0	0
		»	Timantti I	—	30	—	0	0
		»	» II	—	30	—	0	0
		»	Touko	—	30	—	0	0
12	Salo	L. Mielikäinen	Timantti I	65	5	7.7	0	0
13	Suomusjärvi	E. Helkiö	Kärni	125	2	1.6	0	0
14	Uskela	A. Lautonen	»	124	10	8.1	0	0
			Keskimäärin — *Average*			**13.1**	**7.9**	**0**
	Satakunta (St)							
15	Ahlainen	V. Mäkelä	Timantti II	139	90	64.7	56.7	10.0
16	Ikaalinen	M. Löytömäki	» I	170	33	19.4	30.0	15.0
17	»	E. Virtanen	» II	494	86	17.4	0	0
18	Kilvakkala	K. Alarotu	»	672	102	15.2	5.0	0
19	Kovesjoki	L. Sirkiä	Tammi	—	154	—	53.4	4.1
20	Köyliö	Hankaankorpi	Timantti I	73	10	13.7	22.7	0
		»	» II	91	11	12.1	25.0	0
		»	Jo 02903	46	11	23.9	40.0	0
21	Loimaa	F. Rinne	Timantti II	170	12	7.1	0	0
22	Nakkila	M. Vesikari	» I	349	44	12.6	12.2	4.9
23	Söörmarkku	Hatanpää	» II	198	128	64.6	60.0	6.9
24	Tervaniemi	Suvilampi	»	418	33	7.9	0	0
25	Vampula	P. Heiniö	» I	8	8	—	37.5	0
			Keskimäärin — *Average*			**23.5**	**26.3**	**3.1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Etelä-Häme (Ta)							
26	Kolho	O. Kolho	Kimmo	—	20	—	57.9	0
27	»	O. Vehkoniemi	Timantti II	—	26	—	72.7	0
28	Kuru	H. Heikkilä	Hopea	182	49	26.9	52.6	0
29	Länkipohja	M. Honkanen	Timantti I	120	67	55.8	36.7	3.3
30	»	Yrjölä	Kanadalain.	46	16	34.8	30.8	0
31	Maakeski	E. Lehto	Timantti I	197	51	25.9	15.0	0
32	Mänttä	L. Ukkonen	» II	-	12	—	25.0	25.0
33	Sysmä	Työranta	»	47	8	17.0	62.5	0
34	Tampere	J. Mäkinen	» I	58	19	32.8	5.3	0
35	Vilppula	O. Vehkaniemi	»	203	56	27.6	16.1	29.0
36	»	P. Yläpynnönen	—	- -	14	—	0	0
37	Västilä	Tuomaala	Timantti I	272	96	35.3	60.0	10.0
38	Ylöjärvi	Pietilä	»	126	75	59.5	4.5	0
39	»	Veittola	»	71	21	29.6	28.6	0
			Keskimäärin — *Average*			**34.5**	**33.4**	**4.8**
	Etelä-Pohjanmaa (Oa)							
40	Alavus	M. Hänninen	Kimmo	74	34	45.9	40.0	20.0
		»	Sopu	522	172	33.0	33.3	10.0
41	Jurva	L. Kesti	Timantti I	154	54	35.1	54.5	6.8
42	Kauhajoki	J. Pukkila	»	129	37	28.7	0	22.2
		»	Hopea	197	30	15.2	26.7	27.0
		»	Ta 03455	153	35	22.9	7.7	19.2
43	»	S. Rahnasto	Kiuru	200	92	46.0	46.7	0
		»	Timantti I	211	124	58.8	40.0	6.6
		»	» II	169	65	38.5	36.7	3.3
		»	Touko	214	104	48.6	46.9	0
44	»	O. Alestalo	—	233	172	73.8	6.7	13.3
45	Koivulahti	E. Ahlskog	Kimmo	- -	30	—	0	73.3
46	»	E. Blomberg	Timantti I	- -	30	-	13.3	10.0
47	»	E. Kvevlander	Tammi	252	250	99.2	40.0	30.0
48	»	A. Rönnquist	»	—	30	-	53.3	16.7
49	»	E. Vikström	Timantti I	77	70	90.9	0	56.7
50	Korsnäs	A. Södergren	»	173	35	20.2	75.0	17.9
51	Kortesjärvi	I. Hautala	Kimmo	114	79	69.3	6.5	38.7
52	Laihia	T. Risku	Timantti I	234	66	28.2	26.0	8.0
53	»	V. Tammenpää	Sopu	155	43	27.7	62.2	19.0
54	Lappfjärd	R. Parander	—	118	28	23.7	11.5	19.2
55	Lapua	T. Alakarhu	—	133	17	12.8	0	6.3
56	»	V. Mäki	—	64	19	29.7	27.3	9.1
57	Lehtimäki	Huutoniemi	Kimmo	70	20	28.6	5.6	27.8
58	Närpiö	I. Eklund	—	110	13	11.8	0	50.1
59	»	L. Forsman	—	177	27	15.3	4.8	47.6
60	Oravainen	Backman	Timantti I	263	104	39.5	0	16.7
61	Peräseinäjoki	S. Kanto	Sopu	- -	87	—	16.7	6.7
62	»	U. Kanto	Timantti I	—	42		36.7	20.0
63	Pirttikylä	J. Rehnbäck	»	300	216	72.0	16.7	43.3
64	Päntäne	A. Valkosalo	»	75	53	70.7	56.7	0
65	Teuva	V. Honkilahti	Hopea	- -	30	-	10.0	0
66	»	T. Mikkilä	Timantti I	- -	30	- -	26.7	6.7
67	»	O. Risku	Tammi	- -	30	-	43.3	13.3
68	Töysä	Joensuu	»	- -	14		28.6	7.1
69	Vaasa	A. Kuni	Timantti I	- -	30	—	0	21.0
70	»	E. Lövdahl	»		30	-	0	33.3
71	»	B. Smeds	Kimmo	55	49	89.1	66.7	3.3
72	Ylihärmä	A. Kujala	Timantti I	-	77	—	26.7	10.0
73	»	H. Liinamaa	»	325	132	40.6	46.7	16.7
74	Ylimaalahti	K. Löfgren	»	- -	34	- -	19.4	13.0
75	»	A. Svenn	»	- -	26	—	7.7	0
76	Ylimarkku	J. Kangas	»	213	41	19.2	20.3	16.6
			Keskimäärin — *Average*			**42.6**	**25.3**	**18.3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Keski-Pohjanmaa (Om)							
77	Jepua	A. Sandberg	Timantti I	290	128	44.1	0	43.3
78	Haapajärvi	Kalajokilaakson maamieskoulu	Apu	—	30	—	26.6	0
		»	Hopea	—	30	—	100.0	0
		»	Tammi	—	60	—	76.5	0
79	»	J. Lepistö	Hopea	—	21	—	20.0	20.0
		»	Sopu	—	18	—	18.2	9.0
		»	Tammi	—	17	—	14.3	14.3
80	Haapavesi	M. Rautio	»	—	51	—	10.0	3.3
81	Kalajoki	V. Uusitalo	Timantti I	60	19	31.7	73.7	5.3
82	Kestilä	V. Alasalmi	Tammi	316	280	88.6	48.0	0
83	»	Kitelä	»	234	109	46.6	83.3	13.3
84	»	Lahti	Sopu	243	96	39.5	33.3	20.0
85	Kruununkylä	O. Norrman	Hopea	105	32	30.5	33.3	30.5
		»	Ta 03455	132	59	44.7	34.0	60.2
		»	Timantti I	92	38	41.3	10.0	36.7
86	Kälviä	V. Alasimi	»	—	82	—	3.3	10.0
87	»	Mäkitalo	Tammi	321	321	100.0	3.3	26.7
88	Kärsämäki	V. Kilpeläinen	Apu	333	72	21.6	13.3	0
		»	Hopea	224	101	45.1	73.3	0
		»	Sopu	232	118	50.9	50.0	0
		»	Timantti I	319	146	45.8	30.0	0
89	Munsala	K. Nyholm	»	313	173	55.3	3.3	6.7
90	Nivala	Ahokangas	Sopu	—	5	—	100.0	0
91	»	Heikkilä	»	—	8	—	71.4	0
92	»	Kullaa	»	—	6	—	33.3	0
93	Oksava	E. Teppo	Tammi	—	25	—	58.3	12.5
94	Parkkima	A. Kuivaniemi	»	200	191	95.5	66.0	0
95	Pyhäsalmi	T. Hyvönen	Timantti I	305	78	25.6	63.4	0
96	»	O. Laurikkala	Tammi	—	68	—	81.8	0
97	Siikajoki	I. Mikkilä	—	118	54	45.8	19.2	3.8
98	»	H. Penttilä	Timantti I	189	85	45.0	17.6	3.5
99	»	J. Ukura	»	294	114	38.8	8.8	11.5
100	Teerijärvi	Forsbacka	»	274	71	25.9	80.0	40.1
101	»	O. Granö	»	288	128	44.4	3.3	36.7
102	»	A. Hästbacka	»	100	27	27.0	15.4	19.2
		»	»	288	128	44.4	30.1	10.0
103	Tunkkari	J. Tunkkari	»	—	19	—	0	21.0
104	Veteli	V. Mäntylä	»	—	30	—	46.6	20.0
105	»	M. Pihlajamaa	»	155	144	92.9	33.3	23.8
106	»	Y. Torppa	»	96	77	80.2	80.0	6.9
107	Ylivieska	A. Ketara	»	—	46	—	4.5	0
108	»	A. Vihtari	»	—	97	—	5.6	21.1
109	»	V. Ängeslevä	»	—	30	—	97.0	9.1
			Keskimäärin — *Average*			**50.0**	**38.9**	**12.5**
	Pohjois-Pohjanmaa (Ob)							
110	Haukipudas	K. Rautio	Timantti I	138	69	50.0	93.3	3.3
111	Kello	N. Saromaa	»	174	100	57.5	70.0	0
112	Kiiminki	Y. Bardi	Tammi	168	62	36.9	13.3	3.0
113	Tupos	V. Happonen	—	282	196	69.5	0	6.1
114	Tyrnävä	V. Hannus	Tammi	411	282	68.6	10.0	0
115	»	Matila	Timantti I	333	333	100.0	12.0	20.0
116	Utajärvi	A. Aksila	Sopu	—	30	—	50.0	0
			Keskimäärin — *Average*			**63.8**	**35.5**	**4.[illegible]**
	Pohjois-Häme (Tb)							
117	Keuru	M. Lumme	Ta 03455	91	38	41.8	25.0	0
118	Piili	H. Hallinen	Kiuru	115	14	12.2	11.1	0
		»	Timantti I	69	5	7.2	0	0
		»	» II	91	13	14.3	0	0
		»	Touko	88	16	18.2	18.2	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
119	Ähtäri	Hankala	Hopea	76	33	43.4	93.2	13.3
		»	Kimmo	53	23	43.4	76.7	3.0
		»	Tammi	59	23	39.0	93.3	6.5
			Keskimäärin — *Average*			**27.4**	**39.7**	**2.9**
	Etelä-Savo (Sa)							
120	Anettu	Eloniemi	Timantti I	39	8	20.5	0	0
121	»	Lautakangas	»	256	68	26.6	26.0	0
122	»	Virmaniemi	»	79	31	39.2	46.7	0
123	Joutsa	F. Paasonen	Timantti II	—	65	—	22.0	7.3
124	»	J. Sojakka	Sopu	—	46	—	40.0	0
125	Leivonmäki	T. Lahtonen	Timantti I	—	29	—	72.4	0
126	Miettilä	M. Häyhä	» II	137	131	95.6	96.7	0
127	Mikkeli	V. Mentu	» I	—	38	—	89.5	0
128	Otava	A. Lokka	Kiuru	134	11	8.2	40.0	0
		»	Timantti I	147	64	43.5	56.7	0
		»	» II	120	6	5.0	16.7	0
		»	Touko	165	14	8.5	46.2	0
129	Sulkava	V. Saukkonen	Jo 02903	192	26	13.5	26.7	0
		»	Timantti I	150	16	10.7	40.0	0
		»	» II	198	6	3.0	33.0	0
		»	Touko	237	34	14.3	23.3	0
130	Vuolinko	P. Riepponen	Timantti I	—	22	—	60.0	0
			Keskimäärin — *Average*			**24.1**	**43.3**	**0.4**
	Etelä-Karjala (Ka)							
131	Hamina	Harjun tila	Timantti I	—	28	—	13.6	0
		»	» II	—	21	—	11.1	0
132	Virolahti	V. Peltola	Touko	79	24	30.0	24.9	0
			Keskimäärin — *Average*				**16.5**	**0**
	Pohjois-Karjala (Kb)							
133	Juuka	R. Martikainen	Hopea	—	30	—	93.3	0
		»	Timantti I	—	30	—	96.0	0
		»	Touko	—	30	—	100.0	0
134	»	I. Kyyrönen	Timantti I	—	30	—	16.7	0
135	Kitee	V. Ylhäinen	» II	280	270	96.4	76.7	0
			Keskimäärin — *Average*				**76.5**	**0**
	V. 1951.							
	Satakunta (St)							
136	Ikaalinen	M. Löytömäki	Timantti I	48	8	16.7	87.5	12.5
		»	»	75	10	13.3	40.0	20.0
137	Kilvakkala	K. Alarotu	»	217	21	9.7	66.7	19.0
			Keskimäärin — *Average*			**13.2**	**64.7**	**17.2**
	Etelä-Pohjanmaa (Oa)							
138	Kauhajoki	J. Pukkila	Timantti I	202	118	58.4	68.1	32.0
		»	»	101	45	44.6	40.0	45.0
139	»	S. Rahnasto	Kiuru	209	79	37.8	28.6	31.4
140	»	Suupohjan maamieskoulu	Kimmo	245	60	24.5	100.0	0
141	Koivulahti	A. Svarvén	Tammi	230	125	54.3	0	84.0
		»	»	200	168	84.0	—	—
142	»	B. Viik	»	164	29	17.7	12.5	62.5
143	Lapua	J. Lesell	»	133	70	52.6	50.0	1.6
144	»	K. Teikari	Timantti I	160	20	12.5	65.0	30.0
145	Maksamaa	A. Backlund	—	158	58	36.7	22.4	70.7
146	Närpiö	S. Knäs	Tammi	180	144	80.0	90.7	4.7
147	»	O. Sandelin	Timantti I	250	82	32.8	92.5	0
148	»	M. Westermarck	»	125	125	100.0	100.0	0
		»	»	177	38	21.5	97.4	2.6
149	Oravainen	G. Bagge	»	225	47	20.9	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9
150	Oravainen	B. Holmström	Timantti	279	62	22.2	0	65.0
151	»	A. Markén	Tammi	185	151	81.6	2.0	56.0
152	»	Oravaisten verkatehdas	»	214	174	81.3	56.0	44.0
		—»—	»	154	46	29.9	—	—
153	Tervajoki	J. Keko	Timantti I	161	85	52.8	100.0	12.5
154	Teuva	V. Honkilahti	»	200	0	0	0	0
155	»	T. Mikkilä	Kimmo	152	36	23.7	70.1	8.0
156	Vaasa	B. Smeds	Timantti I	227	74	32.6	—	—
157	Ylihärmä	K. Peltohaka	»	179	69	38.5	5.0	68.9
158	»	V. Rintanen	Hopea	132	62	47.0	3.3	36.1
		»	Tammi	205	55	26.8	0	9.9
159	Ylistaro	E-P koeasema	Apu	207	77	37.2	47.0	53.1
		»	»	209	152	72.7	55.3	44.7
			Keskimäärin — *Average*			**43.7**	**46.1**	**31.8**
	Keski-Pohjanmaa (Om)							
160	Härmä	E. Hilli	Timantti I	169	58	34.3	51.7	53.4
161	»	E. Välikangas	» II	138	74	53.6	21.6	40.5
162	Jepua	G. Forss	Tammi	182	43	23.6	14.6	44.0
163	»	R. Jungar	—	159	51	32.1	17.6	35.3
164	»	J. Nylind	—	197	70	35.5	73.1	12.0
165	Kauhava	K. Fräntilä	Ruskea	198	60	30.3	48.2	51.8
			Keskimäärin — *Average*			**34.9**	**37.8**	**39.5**
	V. 1952. *Uusimaa (N)*							
166	Porlammi	O. Siltala	Kärni	66	6	9.1	0	0
			Keskimäärin — *Average*			**9.1**	**0**	**0**
	Varsinais-Suomi (Ab)							
167	Kuusjoki	J. Vesterinen	Timantti II	62	0	0	—	—
168	Muurla	E. Litsilä	Kärni	67	0	0	—	—
169	Pertteli	K. Salomaa	Timantti II	53	1	1.9	0	0
170	Rekijoki	T. Sarkki	Kärni	74	4	5.4	50.0	0
171	Salo	P. Laiho	Timantti I	109	9	8.3	55.6	0
			Keskimäärin — *Average*			**3.1**	**35.2**	**0**
	Satakunta (St)							
172	Alastaro	P. Hulmi	Kärni	102	0	0	—	—
173	»	O. Pesso	»	409	6	1.5	0	0
			Keskimäärin — *Average*			**0.8**	**0**	**0**
	Etelä-Pohjanmaa (Oa)							
174	Alavus	H. Härkönen	Timantti I	185	63	34.1	47.6	0
175	»	T. Isoaho	»	174	105	60.3	28.6	0
176	»	E. Pänkälä	»	102	34	33.3	88.2	0
177	»	A. Virtala	Tammi	155	40	25.8	67.5	15.0
178	Ilmajoki	Ilmajoen työlaitos	Apu	143	112	78.3	100.0	10.0
179	»	M. Luoma	Kimmo	116	64	55.1	100.0	0
	»	»	»	130	18	13.8	100.0	0
180	»	Y. Pirilä	Hopea	144	34	23.6	61.7	23.5
181	»	E. Rintasalo	Kimmo	133	19	14.3	89.5	4.2
182	Jalasjärvi	J. Harjunperä	»	104	104	100.0	98.1	2.8
183	»	S. Koivikko	Timantti I	153	118	77.1	100.0	0
184	Kalakoski	L. Kallio-Kujala	»	194	93	47.9	96.7	0
185	Kurikka	E. Syväoja	»	153	51	33.3	93.5	0
186	Luopa	E. Nokso	»	135	44	32.6	96.7	3.0
187	Oravainen	W. Brast	»	84	13	15.5	0	0
188	»	O. Lassus	»	101	21	20.8	14.3	61.9
189	»	O. Nordlund	»	126	28	22.2	21.4	92.9
190	Peräseinäjoki	A. Alanko	»	174	37	21.3	81.1	10.8
191	»	U. Uusi-Pohjola	»	192	107	55.7	93.4	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
192	Töysä	A. Aho	Timantti II	181	114	62.9	100.0	0
193	»	K. Alava	Kimmo	112	25	22.3	100.0	0
194	»	T. Pakkanen	Timantti I	159	82	51.6	—	
195	»	E. Syrjälä	»	204	76	37.3	78.9	0
196	Vaasa	A. Sjöberg	»	136	16	11.8	43.7	87.5
197	Vöyri	K. Antus	Tammi	112	28	25.0	96.4	32.1
198	»	A. Träsk	Timantti I	143	23	16.1	100.0	0
199	Ylistaro	E-P koeasema	Apu	111	37	33.3	66.0	18.1
	»	»	Tammi	152	33	21.7	84.8	21.2
			Keskimäärin — *Average*			**37.4**	**75.9**	**14.2**
	Keski-Pohjanmaa (Om)							
200	Alajärvi	T. Mertaniemi	Timantti I	93	36	38.7	55.6	55.6
201	Kokkola	F. Rasmus	»	87	15	17.2	100.0	0
202	Kortesjärvi	O. Försti	»	122	21	17.2	—	
203	»	T. Mattila	»	121	18	14.9	44.4	27.8
204	Kruununkylä	Å. Norrbygård	»	107	20	18.7	0	0
205	Kurejoki	Alajärven mmk.	»	230	63	27.4	42.9	7.9
206	»	E. Lähteenmäki	»	95	23	24.2	91.3	0
207	»	V. Sikkilä	»	91	78	85.7	38.5	0
208	Lehtimäki	H. Hautakangas	Timantti II	133	44	33.1	68.1	0
209	»	M. Soukka	» I	92	51	55.4	58.8	0
210	»	J. Suosalo	Timantti II	103	91	88.3	33.0	0
211	Metsäkylä	V. Penttilä	»	128	29	22.7	55.2	34.5
212	Munsala	K. Blomquist	» I	166	50	30.1	54.0	26.0
213	Purmojärvi	M. Eikkula	»	127	39	30.7	71.8	7.7
214	»	A. Försti	»	83	56	67.4	53.5	3.6
215	Pännäinen	P. Lövgren	»	154	31	20.1	100.0	0
216	Räyrinki	E. Herronen	»	104	28	26.9	60.7	0
	»	»	»	176	45	25.6	60.0	6.7
217	»	E. Salmela	»	141	132	93.6	100.0	0
218	Teerijärvi	T. Granö	»	117	37	31.6	73.0	13.5
219	»	M. Lassas	»	128	48	37.5	100.0	0
220	Toholampi	E. Hukari	Apu	190	25	13.2	100.0	0
221	»	A. Määttälä	Tammi	356	111	31.2	96.0	0
222	Tunkkari	J. Tunkkari	Timantti I	142	43	30.3	7.0	34.8
223	Veteli	M. Torppa	»	101	44	43.6	68.1	0
			Keskimäärin — *Average*			**37.0**	**63.8**	**9.1**
	Etelä-Savo (Sa)							
224	Hirvensalmi	V. Lepistö	Timantti I	76	15	19.7	100.0	0
225	»	S. Manninen	»	65	15	23.1	66.7	20.0
226	Juva	Y. Paunonen	»	305	51	16.7	96.0	4.0
227	Kangasniemi	V. Reinikainen	»	270	82	30.4	72.0	20.0
228	Mikkeli	U. Närhi	»	136	30	22.1	86.7	6.7
229	Sulkava	K. Miettinen	»	382	107	28.0	94.0	4.0
230	Taipalsaari	A. Ahokainen	»	105	38	36.2	96.7	0
231	»	T. Ahokainen	»	147	35	23.8	88.2	0
			Keskimäärin — *Average*			**25.0**	**87.5**	**6.8**
	Pohjois-Savo (Sb)							
232	Haukivuori	T. Kerminen	Timantti I	195	40	20.5	85.0	0
233	Joroinen	A. Honkanen	»	128	23	18.0	87.0	8.7
234	»	M. Härkönen	» II	93	5	5.4	100.0	0
235	Virtasalmi	V. Vauhkonen	» I	203	25	12.4	100.0	0
			Keskimäärin — *Average*			**14.1**	**93.0**	**2.2**
	Etelä-Karjala (Ka)							
236	Hamina	T. Luoma	Timantti II	88	8	9.1	57.1	0
237	Konnunsuo	E. Suomalainen	»	535	71	13.3	86.0	10.0
238	Nuijamaa	T. Kääpä	»	386	65	16.8	98.0	2.0
			Keskimäärin — *Average*			**13.1**	**80.4**	**4.0**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Pohjois-Karjala (Kb)							
239	Kaarnalampi	V. Ratilainen	Timantti I	77	18	23.4	72.2	5.6
240	Liperi	T. Pietarinen	»	218	9	4.1	66.7	33.3
241	»	E. Tarkkanen	»	85	2	2.4	0	0
242	Sysmäjärvi	M. Lappalainen	»	228	28	12.3	89.3	0
			Keskimäärin — *Average*			**10.6**	**57.1**	**9.7**
	V. 1953. *Etelä-Pohjanmaa (Oa)*							
243	Koura	A. Viitala	Hopea	54	54	100.0	92.6	7.4
244	Seinäjoki	L. Saarikoski	Timantti I	95	11	11.6	9.1	9.1
245	»	A. Seppälä	Sopu	202	38	18.8	50.0	0.0
			Keskimäärin — *Average*			**43.5**	**50.6**	**5.5**
	Keski-Pohjanmaa (Om)							
246	Evijärvi	M. Jokinen	Tammi	342	132	38.6	100.0	1.3
247	»	E. Perkkalainen	»	237	21	8.9	100.0	0.0
		»	»	166	2	2.4	25.0	0.0
248	»	J. Puukkola	»	166	134	80.7	100.0	0.0
		»	»	172	38	22.1	—	—
249	Halsua	K. Roman	Tammi	219	29	13.2	96.6	3.4
250	Kannus	V. Hainiemi	»	154	20	13.0	—	—
251	»	K.-P. maamieskoulu	—	147	24	16.3	83.3	16.7
252	Kauhava	O. Alestalo	Sopu	118	22	18.6	68.2	4.5
253	»	L. Isosomppi	»	199	62	31.2	61.3	12.9
254	»	V. Jutila	Timantti I	203	71	35.0	87.3	14.1
255	»	Kauhavan kunta	»	152	19	12.5	89.5	5.3
256	»	V. Kähkönen	»	213	45	21.1	64.4	31.1
257	Kortesjärvi	V. Laukkanen	»	164	31	18.9	80.6	16.1
258	Kruununkylä	L. Brunell	»	215	114	53.0	97.4	1.8
259	»	A. Storbacka	»	157	13	8.3	84.6	15.4
260	Kälviä	V. Parpala	Sopu	223	203	91.0	—	—
261	»	A. Puikko	Kimmo	177	16	9.0	—	—
		»	»	100	59	59.0	40.7	3.4
262	»	T. Suonperä	Sopu	162	14	8.6	85.7	0.0
263	»	E. Sämpilä	Tammi	174	92	52.9	35.9	41.3
264	Lestijärvi	O. Virkkala	Timantti I	246	44	17.9	65.9	29.5
265	Teerijärvi	E. Byskata	»	167	73	43.7	89.0	28.8
266	»	F. Nyberg	Tammi	108	13	12.0	92.3	7.7
267	Toholampi	J. Särkimäki	»	175	63	36.0	96.8	33.3
268	»	K. Toivola	Timantti	149	64	43.0	87.5	67.2
269	Veteli	V. Koskenniska	Tammi	166	28	16.9	0.0	46.4
			Keskimäärin — *Average*			**29.0**	**75.3**	**16.5**

Liite 2. Kahutähkäisestä kevätvehnästä saadun sadon normaalifarinogrammeja.

Appendix 2. Normal farinograms of yield from spring wheat showing shrivelheads.

